

Das Ortenburger Schotter-Delta

in der Süßbrackwassermolasse

von Ostniederbayern

(geologische, sedimentpetrogra-
phische und terrestrisch-photo-
grammetrische Untersuchungen)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Fakultät für Geowissenschaften
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Josef Haas
München, Januar 1987.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554617_0052

Das Ortenburger Schotter-Delta

in der Süßbrackwassermolasse

von Ostniederbayern

(geologische, sedimentpetrogra-
phische und terrestrisch-photo-
grammetrische Untersuchungen)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Fakultät für Geowissenschaften
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Josef Haas
München, Januar 1987.

1. Berichterstatter: Prof. Dr. W.-D. GRIMM.

2. Berichterstatter: Prof. Dr. J. BODECHTEL.

Tag der mündlichen Prüfung: 2. 2. 1987.

Vorwort

Herr Prof. Dr. W.-D. GRIMM führte mich in die Geologie von Ostniederbayern ein und regte die vorliegende Arbeit an.

Ihm gebührt besonderer Dank.

Ferner bedanke ich mich bei folgenden Institutionen und Personen:

Das Institut für Allgemeine und Angewandte Geologie der Universität München stellte die nötigen Arbeitseinrichtungen zur Verfügung.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft förderte die Untersuchungen finanziell.

Die Arbeitsgruppe Photogeologie und Fernerkundung am Institut für Allgemeine und Angewandte Geologie der Universität München ermöglichte die terrestrisch-photogrammetrischen Untersuchungen (Prof. Dr. J. BODECHTEL, Dipl.-Phys. Dr. J. HENKEL, Dipl.-Geol. Dr. F. JASKOLLA, Dipl.-Geol. U. MÜNZER und unter Mitwirkung von Dipl.-Geol. Dr. J. NITHACK).

Das Institut für Wasserwesen der Hochschule der Bundeswehr München führte die Versuche mit der Sedimentationswaage durch (Prof. Dr.-Ing. W. BECHTELER und Dipl.-Ing. W. SCHRIMPF), wobei Herr Dr. J. BREZINA vermittelte.

Mit dem Institut für Mathematik der Technischen Universität München (Prof. Dr. K. S. SÖRENSEN) und dem Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität München (Prof. Dr. G. TROLL) wurden Erfahrungen ausgetauscht.

Überregionale und lokale Behörden in München, Niederbayern und Oberösterreich (Wasserwirtschaftsämter, Stadt-, Kreisverwaltungen usw.) gewährten Akteneinsicht.

Firmen (Bohrfirma, Brauerei) gaben Einblick in abgeschlossene Untersuchungen.

Die Firma TIA Unternehmensberatungs GmbH in München stellte mir ein Textverarbeitungssystem zur Verfügung, das eine rasche Aufbereitung des Skriptums ermöglichte.

Interessierte Privatpersonen wiesen auf manche Fakten hin.

Die Mitarbeiter des Instituts für Allgemeine und Angewandte Geologie der Universität München unterstützten mich bei meinen Untersuchungen. Herr Prof. Dr. R. HEROLD von der Abteilung Sedimentologie, Ingenieur- und Hydrogeologie trug durch konstruktive Kritik zum Gelingen der Arbeit bei.

Herr cand.-geol. M. KOCHER war bei der graphischen Aufbereitung des Skriptums in entscheidender Weise behilflich.

Mit meinen Kollegen Dipl.-Geol. W. WENGER, der die Bestimmungen zur Mikrofauna durchführte, Dipl.-Geol. U. SCHWARZ, wissenschaftliche Hilfskraft am Institut für Allgemeine und Angewandte Geologie der Universität München, Rechtsassessor Dipl.-Geol. O. SAAGE, Dipl.-Geol. W. LINDENTHAL, und den während meiner Untersuchungen an der Abteilung arbeitenden Dipl.-Geol. S. HACKL, Dipl.-Geol. A. JAHNEL, cand.-geol. M. KOCHER, Dipl.-Geol. D. RIETSCHEL und Dipl.-Geol. R. SCHÜRMEISTER stand ich in einem regen Gedankenaustausch.

Meine Frau MARGARETE war die entscheidende Stütze bei meinen Arbeiten.

Zusammenfassung

E i n l e i t u n g :

Das Thema dieser Arbeit sind die Ortenburger und Hoisberger Schotter aus dem Miozän des ostniederbayerischen Tertiärs. Der Kernbereich des Untersuchungsgebietes liegt im Raum Passau/Ortenburg/ Aldersbach.

Die miozäne Abfolge Obere Meeresmolasse - Süßbrackwassermolasse - Obere Süßwassermolasse in Ostniederbayern dokumentiert den Ausübungs- und Verlandungsvorgang des Miozänmeeres (WITTMANN 1957). Die Schichtenfolge ist im Schemaprofil Abb. 2, S. 21, wiedergegeben.

SCHLICKUM & STRAUCH (1968) haben die Schichtenfolge der Süßbrackwassermolasse - Mehlsande, Glimmersande, Schillsande, Lakustrische Schichten (= Limnische Süßwasserschichten) - als diachrone Deltaablagerungen erklärt, die in Faziesgürteln vom offenen Brackwasserbecken gegen die Küste sedimentiert wurden und sich mit der zunehmenden Verlandung allmählich übereinanderschoben; die Zufuhr der feinkörnigen Sedimentfracht erfolgte nach diesen Autoren durch verschiedene Alpenflüsse, die von Süden her in das Brackwasserbecken mündeten (vgl. Schemazeichnung aus SCHLICKUM & STRAUCH 1968, Abb. 7).

GRIMM (1977) erkannte, daß vor allem der Alpenfluß, der durch den Ortenburger Schotter dokumentiert ist, zur Verlandung des Brackwasserbeckens führte. Dieser ca. 40 km lange und 50 m mächtige Schotterstrang am Nordrand der ostniederbayerischen Molasse stellt nicht - wie früher vermutet - eine postmiozäne, diskordante Rinnefüllung der Urdonau dar; vielmehr entstand er im Miozän syngenetisch mit den umgebenden Schichten der Süßbrackwassermolasse und den darunterliegenden höchsten Schichten der Oberen Meeresmolasse. Der Ortenburger Schotter dokumentiert eines der wenigen bekannten fossilen Schotterdeltas.

HAAS (unveröff. Diplomarbeit 1980) wies durch Schrägschichtungsmessungen an den Ortenburger Deltaschottern nach, daß der Fluß von (Nord)Osten her ins Molassebecken einmündete und sein Delta somit nach (Süd)Westen vorschob. UNGER (1983) hat diesen Befund bestätigt und erstmals publiziert. Durch Bohrungen verfolgte er den Schotterstrang - über die oberflächlich aufgeschlossene Verbreitung bis Uttigkofen hinaus - nach Westen bis nach Plattling.

Der Ortenburger Schotter ist nicht der einzige Schotterstrang innerhalb der aus Sanden und Mergeln aufgebauten Schichtenfolge der Oberen Meeresmolasse und Süßbrackwassermolasse. GRIMM (1957) wies zusätzlich auf den Hoisberger Schotter hin, dessen Verbreitung in einer bis 3 km breiten und bis 15 m tiefen Rinne SCHAUERTE (1962) exakt auskartierte. Die von Süden nach Norden gerichtete Hoisberger Schotterrinne läßt sich bis nördlich von Haidenburg verfolgen bis in den Bereich, in dem sich der Ortenburger Schotter in Ost-West-Richtung erstreckt; die Zusammenhänge zwischen Hoisberger und Ortenburger Schotter waren bis zu Beginn vorliegender Forschungen ungeklärt.

Die Übertage-Verbreitung von Ortenburger und Hoisberger Schotter ist in Abb. 5, S. 25, wiedergegeben. Die Bearbeitung der Sand- und Pelitschichten der Oberen Meeresmolasse und Süßbrackwassermolasse sowie der Kiesschichten des Hoisberger Schotterstranges waren durch schlechte Aufschlußverhältnisse erschwert. Dagegen konnten der interne Aufbau und die Schüttungsmechanismen des Ortenburger Schotters in mehr als 50 großen Kiesgruben hervorragend studiert werden.

Konventionelle geologische und sedimentpetrographische Arbeiten, neuartige sedimentologische und terrestrisch-photogrammetrische Untersuchungen, Detailaufnahme der Geländeaufschlüsse sowie Beobachtungen an "Sedimentationsmodellen" in Klärteichen ermöglichten neue Erkenntnisse über die Deltaablagerungen der Süßbrackwassermolasse.

S e d i m e n t p e t r o g r a p h i s c h e M e t h o d e n :

Gerölleinregelmessungen, Analysen zur Korngrößenverteilung und Bestimmungen der maximalen Geröllgröße klärten den Internaufbau des Hoisberger und des Ortenburger Schotters. Qualitative Geröllbestimmungen (in vier Gesteinsklassen) kennzeichnen die Zusammensetzungen der Schotter. Sieb- und Schlämmanalysen (z. T. in verschiedenen Sondernetzen dargestellt) charakterisieren die angrenzenden brackischen Sedimente. Sowohl in den Schotterablagerungen als auch in den feinerkörnigen benachbarten bearbeiteten Sedimenten wurden zudem Schwermineralanalysen, Glaukonitauszählungen und Untersuchungen der Sinkgeschwindigkeitsverteilungen von Sandproben (bestimmt mit einer Sedimentationswaage) durchgeführt.

Bei den Sinkgeschwindigkeitsbestimmungen war es nicht einfach, den Anfangszeitpunkt des Sedimentationsversuchs zu bestimmen. Einzelne für das Sediment anormal große Körner können das Ergebnis verfälschen. Interessant ist, daß im vorliegenden Fall die konventionelle Siebanalyse mit wenigen Fraktionen kaum schlechtere Ergebnisse erbrachte als die neuartige, differenzierte Methode der Sinkgeschwindigkeitsmessung.

M i k r o p a l ä o n t o l o g i s c h e U n t e r s u - c h u n g e n :

Überschlägige mikropaläontologische Untersuchungen machten deutlich, daß die in Ostniederbayern durchgeführte Kartierung nach sedimentpetrographischen Eigenschaften der Gesteine (Geländeansprache hauptsächlich aufgrund von Korngrößenverteilung und Gefüge) nicht unproblematisch ist. Vor allem der Übergang vom marinen Milieu (Blättermergel, Glaukonitsande und geröllführende Strandfazies) ins brackische Milieu (brackische Mergel, Mehlsande und Ortenburger Schotter) kann anhand der Mikrofauna genauer gefaßt werden.

Terrestrisch-photogrammetrische Untersuchungen:

Für die terrestrisch-photogrammetrische Untersuchung des Ortenburger Schotters stellte die Arbeitsgruppe Photogeologie und Fernerkundung am Institut für Allgemeine und Angewandte Geologie der Universität München die Aufnahmegeräte SMK 120, TMK 6 und TMK 12 und die Auswertegeräte PLANIMAT D 2 und ECOMAT 11 zur Verfügung. Die damit durchgeführten Untersuchungen zur Struktur des Schotters (Korngrößenanalysen) erwiesen sich als durchführbar. Dagegen erbrachten Textur-Untersuchungen (Gerölleinregelung, Schichtenneigung) mit der bisher üblichen Methode (NITHACK, 1974) kaum brauchbare Ergebnisse. Sowohl bei den terrestrisch-photogrammetrischen Untersuchungen zur Struktur wie zur Textur ist zu bedenken, daß die photogrammetrischen Methoden infolge der langen Bearbeitungszeit und der komplexen Methodik zumeist aufwendiger sind als konventionelle Kompaßmessungen und Korngrößenbestimmungen.

Siebanalyse und stereoskopische Korngrößenbestimmungen lassen sich gut aufeinander einstellen, so daß ein Verfahren zur photogrammetrischen Bildkorngrößenbestimmung und -auswertung entwickelt werden konnte, das vergleichbare Ergebnisse erbrachte.

Die terrestrisch-photogrammetrischen Messungen zur Gerölleinregelung erbrachten aus folgenden Gründen nur ungenügende Ergebnisse: Die Gerölle des Ortenburger Schotters sind ellipsoidförmig ausgebildet. Plattige oder stengelige Gerölle bilden die Ausnahme. Die einzelnen Gerölle stecken in der Aufschlußwand und sind in ihrer Gesamtform im Stereobild nur z. T. erkennbar. Diese Faktoren erschweren die Festlegung der längsten, mittleren und kleinsten Geröllachsen bei der terrestrisch-photogrammetrischen Auswertung. Zudem wirkt sich die im Stereobild senkrecht zur Aufnahmeebene stehende Überhöhung, die bei anderen Auswertungen als den durchgeführten vorteilig ist, nachteilig aus. Bedingt durch diese Überhöhung und durch die i. allg. ellipsoidförmige bis kugelige Ausbildung der Gerölle hat man einen subjektiv falschen Eindruck von der Ausbildung des einzelnen Gerölls im Stereobild. Dieser Eindruck gestattet dem Anwender nicht immer, die längste, mittlere und kleinste Achse eines Gerölls direkt im Stereobild zu bestimmen. In vielen Fällen legt der Anwender im terrestrischen Modell die seiner Meinung nach längste Geröllachse in die Richtung der Überhöhung des Stereobildes, selbst wenn sie senkrecht dazu liegt.

Auch zur Bestimmung der Schichtneigungen des Schotters trugen die terrestrisch-photogrammetrischen Messungen kaum bei: Der Ortenburger Schotter ist ein Lockersediment; daher weisen die Aufschlüsse i. allg. keine scharfen Ecken oder Kanten auf, sondern sind halbkreisförmig ausgebildet. Photographiert man die Aufschlußwände, so ist folglich das Verhältnis von räumlicher Bildtiefe zur Bildbreite meistens gering. Vergrößert man den Abstand zu den Aufschlußwänden, so ändert sich dadurch nichts am Verhältnis von räumlicher Tiefe zu Bildbreite. Wenn die Schichten im Ortenburger Schotter - wie meist gegeben - flach liegen und zugleich das Verhältnis von

räumlicher Bildtiefe zur Bildbreite gering ist, so ergeben sich Fehler bei der Messung und Auswertung. Die fehlerhaften Messungen streuen dann senkrecht zur Aufnahmeebene im Auswertungsdiagramm. In abgeschwächter Form sind diese Verfälschungen im Diagramm zur Schichtenneigung selbst dann noch erkennbar, wenn stumpfwinkelig (annähernd 135 Grad) zueinander stehende Aufschlußwände ausgewertet werden. Zusammenfassend läßt sich konstatieren, daß die terrestrisch-photogrammetrischen Messungen bezüglich der Kongroßanalyse eine brauchbare, wenn auch nicht immer rationelle Methode darstellen. Dagegen sind die Texturanalysen zur Gerölleinregelung und zur Schichtenneigung zwar in den absoluten Meßbeträgen richtig; doch befriedigten mit den in vorliegender Arbeit eingesetzten Geräten die Auswertungen nicht, wenn die Gerölle elliptisch bis rundlich ausgebildet sind oder wenn die Schotterebenen flach liegen.

Ergebnisse zur Stratigraphie und regionalen Faziesverteilung:

Der untersuchte Raum war durch frühere Diplomkartierungen recht gut bekannt. Doch erwies sich seine Schichtenfolge gerade in der Umgebung des Ortenburger und des Hoisberger Schotters als so kompliziert, daß keine verlässlichen Korrelationen vorlagen. Durch exakte Geländearbeiten und die Darstellung der Befunde in neun Profilschnitten (Profile A mit I) ist nunmehr folgendes belegt:

- Die Wechselhaftigkeit der Sedimentkörper des Ortenburger Schotters, die an einigen Stellen über die ganze Mächtigkeit durchgehende Schrägschichtung, die vertikale Verteilung der Korngrößen und die Einlagerung von Sedimenten aus dem angrenzenden Milieu kennzeichnen den Ortenburger Schotter als Deltahang im Mündungsbereich eines Flusses.
- Der Ortenburger Schotter wurde als foreset beds des Ortenburger Flußdeltas an der Küste des Süßbrackwassermolassebeckens abgelagert; er verzahnt sich bereits mit den obersten Lagen der Oberen Meeresmolasse.
- Die Schüttung des Ortenburger Schotters erfolgte - dem Gefälle der Schotter-Oberkante gemäß (Abb. 5, S. 25) - etwa von Osten nach Westen (Einfallen ca. 6 Promille, gemessen über 17 (33) km); die Schüttungsrichtung nach Westen wird bestätigt durch Schrägschichtungsmessungen (HAAS 1980), Messungen der Gerölleinregelung (längste Geröllachsen meist parallel der Strömungsrichtung) und Bestimmung der maximalen Korngrößen im Schotter.
- Der Ortenburger Schotter wurde gleichzeitig mit den Sedimenten der obersten Oberen Meeresmolasse (Glaukonitestreue im Schotter und z. T. Verzahnung der beiden Einheiten), der Mehlsande und der Glimmersande abgelagert. Mehlsande und Glimmersande sind Ausspülungsprodukte des Ortenburger Deltas und wurden seitlich und frontal vor der Schotterdelta-Stirn sedimentiert.
- Die Feinkörnigen Deckschichten als topset beds des Ortenburger Schotters können den hangenden Glimmersanden und den untersten Lössischen Süßwasserschichten (mit Uniosanden) korreliert werden (räumlicher und sedimentpetrographischer

Nachweis); zeitgleich mit ihnen bildeten sich in benachbarten Lagunen die Schillsande.

- Die Glimmersande (im Deltafrontbereich), die Uniosande (im fluviatil beeinflussten Küstenbereich) und die sandigen Basalschichten der Feinkörnigen Deckschichten (im Deltahangenden) können miteinander in Verbindung stehen; diese Verbindung war bisher - da oft von den zwischengeschalteten Lagunensedimenten der Schillsande unterbrochen - noch nicht sicher nachgewiesen. Durch die vorliegende Untersuchung gelang nunmehr der Nachweis räumlich und sedimentpetrographisch im Mündungsbereich des Ortenburger-Delta-Flusses.
- Der Hoisberger Schotter mit seiner Abdeckung durch Hoisberger Mergel ist zeitlich jünger als der Ortenburger Schotter und liegt räumlich höher; er ist ohne Verbindung zu letzterem und wird im Überlappungsbereich durch eine feinkörnige Sedimentserie von 25 m Mächtigkeit von ihm getrennt. Somit stellt er eine neuerliche Schotterschüttung dar, die in die festländischen topset beds über der Plattform des Ortenburger Deltas eingeschaltet ist.
- Der Hoisberger Schotter entspricht dem nördlich der Vils verbreiteten Sandbereich der Limnischen Süßwasserschichten mit seinen Kieseinstreuungen (gleiche Geröllspektren); der Hoisberger Mergel kann dem dortigen Oberen Mergelbereich korreliert werden. Nach Süden - gegen die Rott - sind solche Korrelationen wegen der unregelmäßigen Ausbildung der Süßwasserschichten nicht möglich.

Paläogeographische Folgerungen aus den sedimentpetrographischen Ergebnissen:

Die Daten der qualitativen Geröll- und Schwermineralanalysen und der Sinkgeschwindigkeit erbrachten nur wenige ausdeutbare Ergebnisse. Dagegen ergaben sich vor allem aus den maximalen Geröllgrößen und den Kornverteilungen wichtige Befunde, besonders für den Schüttungsmechanismus des Ortenburger Schotters:

- Die maximalen Geröllgrößen im Ortenburger Schotter nehmen in der Vertikalen fast immer zum Hangenden deutlich zu, und zwar sowohl in einheitlich über viele Zehnermeter schrägschichteten Aufschlüssen als auch in Aufschlüssen mit mehreren übereinanderliegenden Schottereinheiten. In der Horizontalen ist - über die Untersuchungsfläche von ca. 100 qkm hinweg - keine so klare Aussage über Zu- oder Abnahme der Korngrößen möglich; doch deutet sich an, daß die Geröllgrößen nach Westen, Südwesten, Süden und Südosten kleiner werden.
- In zahlreichen Kiesgruben wurden an jeweils mehreren Sedimentproben Kornsummenkurven erstellt. Dabei zeigten in fast allen Aufschlüssen des Ortenburger Schotters die unteren Partien kleinere Korngrößen, etwas schlechtere Sortierungen und geringere Bimodalitäten als die oberen Partien.
- Die qualitativen Analysen zum Geröllbestand und zur Schwermineralverteilung im Sandzwischenmittel erwiesen den Ortenburger Schotter als ein rein alpinogenes Sediment. Der nur in einzelnen Aufschlüssen vertretene, dann aber gehäufte

Karbonatgehalt deutet auf intensive postsedimentäre Verwitterung in den anderen Aufschlüssen.

In geringerem Umfang wurden die Sedimente über, neben und unter dem Ortenburger Schotter analysiert. Wichtig erscheint:

- Die Schotter, die wenige Meter mächtig im Ortenburger Schotter über den foreset beds folgen, stellen channel-fill-Sedimente dar. Die in ihrer Korngrößenverteilung diesen Channel-fills ähnlichen Hoisberger Schotter liegen durchgehend höher und sind Ablagerungen eines fluviatilen Schotterfächers.
- Die Mergel und die (z. T. feinkieshaltigen) Sande im unmittelbaren Liegenden des Ortenburger Schotters sind der Oberen Meeresmolasse oder Süßbrackwassermolasse (Mehlsande) äquivalent. Gelegentlich wurden Tonknollen-Resedimente als bottomset beds beobachtet. Die in den tiefsten Bereichen des Ortenburger Schotters eingestreuten einzelnen Glaukonite dürften umgelagert sein.
- Die Glimmersande zeigen - ebenso wie die zeitgleichen Ortenburger Deltaschotter, jedoch in viel feinerem Körnungsbereich - eine Korngrößenzunahme vom Liegenden zum Hangenden (und damit zunehmende Sinkgeschwindigkeiten). Auch dies ist ein Hinweis, daß beide Bildungen analog sind.
- Die Sandsedimente der Feinkörnigen Deckschichten ähneln in ihrer Kornverteilung und Schwermineraführung stark den Uniosanden wie den Glimmersanden, so daß Verbindungen zwischen allen drei Ablagerungsräumen vermutet werden können.

Internaufbau von Ortenburger und Hoisberger Schotter:

Die durch die maximalen Korngrößen dokumentierte reißende Strömung des Ortenburger-Schotter-Flusses unterspülte und entwurzelte Bäume und war für viele Großsäuger todbringend. Kieselholz-, Zahn- und Knochenfunde im Ortenburger Schotter bezeugen dies.

Die Korngrößen nehmen im Ortenburger Schotter i. allg. vom Liegenden zum Hangenden zu. Diese Korngrößenverteilung konnte auch an Sedimentationsmodellen beobachtet werden und spiegelt die Strömungsgeschwindigkeiten am Deltahang wider.

Legt man einen Vertikalschnitt an der Grenze Fluß/Deltabereich (= Mündungsbereich des Flusses, vgl. Abb. 3, S. 23), so erreichen die Ortenburger-Schotter-Gerölle ihre Maximalwerte zu Beginn des oberen Viertels der Gesamtmächtigkeit. Die größten Gerölle wurden am Grund des ins Becken mündenden Flußarms sedimentiert. Wird die Zuflußrinne später aufgefüllt, dann nehmen die Korngrößen zum Hangenden hin, zum Top des Ortenburger Schotters, ab. Wenn eine Flußmündungsbarre (distributary mouth bar) existiert, so werden feinere Geröllfraktionen weiter beckenwärts bis auf die Spitze des Barrenkamms, der den obersten Teil des Deltahangs bildet, verfrachtet.

Die Gerölle im Mündungsbereich des Flusses oder vom Top der Flußmündungsbarre (vgl. Abb. 3, S. 23) rollen gemäß der Schwerkraft mehr oder weniger weit - je nach Größe des lokal ausgebildeten Gefälles - den Deltahang hinab. Rutschungen mit Abbrüchen aufgrund von im Top sedimentierten Überhängen dürften Erosionen in den unteren Teilen des Deltahangs verursacht haben.

Die oberen Teile des Deltahangs wurden bei zunehmender Einarbeitung des Flußmündungsquerschnitts (infolge von Aufschotterung) von den zufließenden Wässern aneroziert. Es bildeten sich dann einzelne Abflußkanäle durch die Flußmündungsbarre. Das Wechselspiel von Sedimentation und Erosion am Deltahang äußert sich in verschiedenen Schichtungsarten: Die liegenden Schichten des Ortenburger Schotters sind großräumig horizontal- oder schräggeschichtet und bilden die eigentlichen Schüttungseinheiten des Deltahangs. Den hangenden Abschluß des Ortenburger Schotters bilden kleinräumig schräggeschichtete oder einheitlich flach liegende Schichten der Rinnen des zuströmenden Flusses.

Der Ortenburger Schotter kann also, wenn man die Übergangsbildungen zu den liegenden Schichten, die zur Schotterdelta-geometrie nur wenig beitrugen, vernachlässigt, zwei verschiedene Milieus beinhalten (vgl. Abb. 25, S. 66): Im Liegenden die eigentlichen Deltaschotter des Deltahangs im Becken und im Hangenden die Flußschotter des Ästuars.

Eine genaue Kiesgrubenaufnahme klärte die Größe der Ortenburger-Schotter-Schüttungskörper des Deltahangs. Sie sind einige hundert Meter lang und bis zu fünfzig Meter hoch.

Der Ortenburger Schotter hat keine Verbindung zum Haisberger Schotter, da der Haisberger Schotter räumlich höher liegt als der Ortenburger Schotter und die Karbonatgerölle im Haisberger Schotter zahlreicher vorhanden sind als im Ortenburger Schotter. Außerdem enthalten die Schotter unterschiedliche Karbonatgerölle: Im Ortenburger Schotter sind viele flaserige Quarz-Karbonat-Verwachsungen und im Haisberger Schotter viele bröckelige Mergel vorhanden. Der Haisberger Schotter bildete sich erst nach Abschluß der Sedimentation des Ortenburger Schotters.

An den Haisberger Schotter grenzen sandige, schluffige und mergelige Sedimente, die Sumpfbildungen entsprechen. Sie legen den Schluß nahe, daß es sich beim Haisberger Schotter um einen Sedimentfächer am Ende einer größeren Entwässerungsrinne handelt. Die einheitliche Schichtung und Gerölleinregelung im Haisberger Schotter untermauern dies. Die Korngrößen im Haisberger Schotter sind i. allg. kleiner als die des Ortenburger Schotters, da die Strömungsintensität mit zunehmender Verlandung abnimmt.

Gerölleinregelmessungen im Haisberger Schotter deuten darauf hin, daß er wie der Ortenburger Schotter von Norden her geschüttet wurde. Wahrscheinlich lief die den Haisberger Schotter speisende Rinne über die vom Ortenburger Schotter geschaffene Deltaplattform.

P a l ä o g e o g r a p h i s c h e r W e r d e g a n g :

Die Obere Meeresmolasse besteht im Verbreitungsgebiet des Ortenburger Schotters aus Flachwasserbildungen: Blättermergel, Glaukonitsande und eine geröllführende Strandfazies. Der von den Alpen kommende und den Ortenburger Schotter führende Fluß verzahnt sich im Deltabereich anfangs mit diesen marinen Einheiten und tiefst sich bereichsweise in diese ein. Im Becken werden Mehlsande und Glimmersande als feinkörnige Derivate des Ortenburger Schotters abgelagert. Zu dieser Zeit

muß die Abschnürung des ostniederbayerischen Meeresbeckens vom offenen Meer erfolgt sein.

Die Süßwasserströme des Ortenburger Schotters verursachen einen Wasserspiegelanstieg und eine Verbrackung des Beckens. Zur Zeit der ausgehenden Oberen Meeresmolasse mit ihren Flachwasserbildungen betrug die Wassertiefe wenige Meter. Später, während der Hauptaktivität des Ortenburger-Schotter-Deltas, war das inzwischen abgeschnürte Becken bis zu fünfzig Meter tief. Diese Tiefe entspricht der Mächtigkeit des Ortenburger Schotters, dem Deltahang.

Allmählich baut der Ortenburger Schotter ein Delta auf. Distal vom Delta werden Mehlsande im Stillwasser des Beckentiefen abgelagert. Lateral vom Delta des Ortenburger Schotters, abseits vom Stromstrich, werden Glimmersande sedimentiert, als foreset beds analog zum Ortenburger Schotter. Im Top des Schotters bilden sich im Flußlauf channel-deposits (Uniosande) und an der Küste Strandseen (Limnische Süßwasserschichten).

Allmählich verlandet der Ablagerungsraum: Über dem Ortenburger Schotter entsteht eine wechselhafte Sumpflandschaft mit den Limnischen Süßwasserschichten, über den Glimmersanden bildet sich ein Aussüßungshorizont auf Landzungen oder in selten überfluteten Küstengebieten, und in Lagunen lagern sich die Schillsande ab.

Glimmersande und Schillsande füllen das Becken nördlich der Rott bis zum Wasserspiegel auf. Auf der Deltaplattform im Hangenden des Ortenburger Schotters, auf der als topset beds feinkörnige Deckschichten, eine Sonderfazies der Limnischen Süßwasserschichten, gebildet werden, strömen die Zuflüsse über mäandrierende Rinnen ab. Diese topset beds sedimentieren immer mehr auf, und der Höhenunterschied im Becken wird größer. Auf der Deltaplattform entsteht eine größere Rinne, deren Wasser den Haisberger Schotter transportieren und als geringmächtigen Schotterfächer zentral im Becken nördlich der Rott, südlich vom Ortenburger Schotter, ablagern.

Danach verflacht das Strömungsgefälle. Es ist vom Beckenrand - Ortenburger-Schotter-Bereich - bis zum südlich liegenden Beckentiefen fast ausgeglichen. Der Haisberger Schotter wird von den liegenden Limnischen Süßwasserschichten ummantelt.

Danach ermöglicht das restliche Strömungsgefälle die Ablagerung der hangenden Limnischen Süßwasserschichten. Von einer wechselhaften Fluß-, Altwasser- und Tümpellandschaft wird der Haisberger Schotter plombiert und die Sedimentation in der Süßbrackwassermolasse abgeschlossen.

E r g e b n i s s :

Der Ortenburger Schotter - ein Deltaschotter an der Flußmündung - liegt je nach Ablagerungsstadium auf basement (Kri-
stalline Gesteine des Bayerischen Waldes oder Sedimente des Mesozoikums), Oberer Meeresmolasse oder Mehlsanden. Lateral lagern sich an ihn Mehlsande oder Glimmersande an. Im Hangenden des Ortenburger Schotters, auf seiner Deltaplattform, finden sich nur feinkörnige Deckschichten bzw. Limnische Süßwasserschichten.

Auf der Höhe der Oberkante des Ortenburger Schotters bildeten sich strandnah die Lagunen der Schillsande. Diese sind in Glimmersande oder Uniosande, die ineinander übergehen können, eingelagert. Darauf - auf Schillsanden oder Uniosanden - liegt die Schotterzunge des Hoisberger Schotters. Er überlappt den Ortenburger Schotter nicht. Der Hoisberger Schotter - ein Schotterfächer im Top des Deltaangs der Süßbrackwassermolasse - ist lateral in die Limnischen Süßwasserschichten eingebettet und wird vom Hoisberger Mergel abgedeckt.

Inhaltsverzeichnis

Seite

Vorwort	1
Zusammenfassung	3
Inhaltsverzeichnis	12
1. Abkürzungen	17
1. 1. Stratigraphische Abkürzungen	17
1. 2. Abkürzungen zu den Geländearbeiten	17
1. 3. Abkürzungen der Lokalitäten	18
1. 4. Abkürzungen der Sedimentparameter	18
1. 5. Abkürzungen zu den gefügekundlichen Arbeiten	18
2. Einführung	19
2. 1. Geographische und geologische Lage des Untersuchungsgebietes	19
2. 2. Alter der Sedimente und Problemstellung	20
3. Aufbau eines Deltas	22
4. Geologische Untersuchungen	24
4. 1. Schichtenbeschreibung	24
4. 2. Lagerungsverhältnisse	24
4. 2. 1. Überblick über die untersuchten Schotter	24
4. 2. 2. Aufbau der SBM und OMM (mit OS und HoS)	27
4. 2. 3. Geologische Profile mit Legende	29
4. 2. 3. 1. Legende zu den geologischen Profilen und Abbildungen	29
4. 2. 3. 2. Geologische Profile	29
4. 2. 4. Lagerungsbeziehungen zwischen dem HoS und dem OS	36
4. 2. 5. Lagerungsbeziehungen zwischen dem OS und der übrigen SBM	37
4. 2. 6. Lagerungsbeziehungen zwischen dem HoS und der übrigen SBM	38
4. 2. 6. 1. Allgemeines	38
4. 2. 6. 2. Profile im einzelnen	39
4. 2. 6. 3. Paläogeographische Folgerung	39
4. 2. 7. Lagerungsbeziehungen zwischen den OS und den US im OS-Bereich	40
4. 2. 7. 1. Allgemeines	40
4. 2. 7. 2. Profile im einzelnen	40

4. 2. 7. 3. Paläogeographische Folgerung	Seite 41
<u>4. 3. Schichtenneigung im IS</u>	42
<u>4. 4. Gerölleinregelung im OS und HoS</u>	43
4. 4. 1. Gerölleinregelung und Schichtenneigung im OS	43
4. 4. 2. Gerölleinregelung im HoS	44
<u>5. Sedimentpetrographische Untersuchungen</u>	46
<u>5. 1. Korngrößenanalysen und Geröllspektren</u>	46
<u>5. 1. 1. Methodik</u>	46
5. 1. 1. 1. Maximale Korngröße	46
5. 1. 1. 2. Siebanalyse	46
5. 1. 1. 3. Schlämmanalyse	47
5. 1. 1. 4. Geröllspektrum	47
<u>5. 1. 2. Korngrößenanalysen und Geröllspektren im OS</u>	49
5. 1. 2. 1. Verteilung der größten Gerölle im OS	49
5. 1. 2. 1. 1. Allgemeines	49
5. 1. 2. 1. 2. Vertikale Verteilung der größten OS-Gerölle	49
5. 1. 2. 1. 3. Regionale Verteilung der größten OS-Gerölle	51
5. 1. 2. 2. Siebanalysen im OS	53
5. 1. 2. 2. 1. Einführung	53
5. 1. 2. 2. 2. Einzeldiagramme	57
5. 1. 2. 2. 3. Folgerung aus den Einzeldiagrammen	58
5. 1. 2. 3. Geröllspektren	60
5. 1. 2. 4. Paläogeographische Folgerung für den OS	63
<u>5. 1. 3. Korngrößenanalysen und Geröllspektren von HoS, MH, IS und SB</u>	66
5. 1. 3. 1. Maximale Korngrößen	66
5. 1. 3. 2. Siebanalysen	66
5. 1. 3. 3. Geröllspektren	69
<u>5. 1. 4. Korngrößenanalysen und mikropaläontolo- gische Untersuchungen im Liegenden des OS</u>	69
5. 1. 4. 1. Allgemeines	69
5. 1. 4. 2. Mergel im Liegenden des OS	69
5. 1. 4. 3. Sande im Liegenden des OS	72
5. 1. 4. 4. Zusammenfassung	72
<u>5. 1. 5. Korngrößenanalysen im Hangenden des OS (= FD) und im Liegenden des HoS</u>	72
5. 1. 5. 1. Korngrößenanalysen in den FD	72
5. 1. 5. 2. Korngrößenanalysen im Liegenden des HoS	74
5. 1. 5. 3. Zusammenfassung	74
<u>5. 1. 6. Übrige Korngrößenanalysen in der SBM</u>	74
5. 1. 6. 1. Korngrößenanalysen in den MS	74
5. 1. 6. 2. Korngrößenanalysen in den FD und GS	74

	Seite
5. 1. 7. <u>Darstellung der Körnungskurven in Sonder-</u> <u>netzen</u>	76
5. 1. 7. 1. Übersicht über die verwendeten Netze	76
5. 1. 7. 2. Ergebnis	76
5. 2. <u>Sinkgeschwindigkeitsverteilungen</u>	79
5. 2. 1. <u>Versuchsanordnung</u>	79
5. 2. 1. 1. Sedimentationswaage Macrogranometer	79
5. 2. 1. 2. Aufbereitung der Proben	79
5. 2. 2. <u>Geologische Problemstellung</u>	80
5. 2. 3. <u>Sinkgeschwindigkeitsverteilungen im einzelnen</u>	80
5. 2. 3. 1. Sinkgeschwindigkeitsverteilungen und zuge- hörige Siebanalysekurven im Sandzwischen- mittel des OS	80
5. 2. 3. 2. Sinkgeschwindigkeitsverteilungen und zuge- hörige Siebanalysekurven in den GS	82
5. 2. 3. 3. Sinkgeschwindigkeitsverteilungen in den FD und US	83
5. 2. 4. <u>Vergleich einer aus den Sinkgeschwindigkeiten</u> <u>berechneten Korngrößenverteilung mit einer</u> <u>zugehörigen Siebkurve</u>	84
5. 3. <u>Mikroskopische Untersuchungen</u>	86
5. 3. 1. <u>Allgemeines</u>	86
5. 3. 2. <u>Probennahme, Herstellung der Körnerpräparate</u> <u>und Auszählmethode</u>	86
5. 3. 3. <u>Mineralbeschreibung</u>	86
5. 3. 3. 1. Einleitung	86
5. 3. 3. 2. Einzelbeschreibung der Minerale	87
5. 3. 4. <u>Ergebnis</u>	87
5. 3. 4. 1. Schwermineralführung in der OMM	87
5. 3. 4. 2. Schwermineralführung im OS und im TS	88
5. 3. 4. 3. Schwermineralführung in den FD und GS	88
5. 3. 4. 4. Schwermineralführung in HoS, SB und MH	89
5. 3. 4. 5. Glaukonitgehalt in den liegenden OS- Schichten	89
6. <u>Terrestrisch-photogrammetrische Untersuchungen</u>	91
6. 1. <u>Problemstellung</u>	91
6. 2. <u>Aufnahme- und Auswertegeräte</u>	91
6. 2. 1. <u>Aufnahmeggeräte (Kameras)</u>	91
6. 2. 2. <u>Auswertegeräte</u>	92
6. 3. <u>Arbeitsweise</u>	92
6. 3. 1. <u>Allgemeines</u>	92
6. 3. 2. <u>Schichtenneigung</u>	93
6. 3. 2. 1. Aufnahmetechnik zur Schichtenneigung	93
6. 3. 2. 2. Mess- und Auswertetechnik zur Schichten- neigung	94
6. 3. 3. <u>Gerölleinregelung und Korngrößenbestimmung</u>	94
6. 3. 3. 1. Aufnahmetechnik zu den Geröllmessungen	94

	Seite
6. 3. 3. 2. Meß- und Auswertetechnik zu den Geröllmes- sungen	95
6. 3. 3. 2. 1. Allgemeines	95
6. 3. 3. 2. 2. Frühere Arbeiten	95
6. 3. 3. 2. 3. Im Stereobild erkennbare Meßgrößen	96
6. 3. 3. 2. 4. Siebanalyse, Gerölleinregelung und zuge- hörige Geröllachsen	96
6. 3. 3. 2. 5. Meßtechnik zu den Geröllmessungen	98
6. 3. 3. 2. 6. Auswertetechnik zu den Geröllmessungen	100
<u>6. 4. Ergebnis</u>	100
<u>6. 4. 1. Schichtenneigung</u>	100
6. 4. 1. 1. Einzeldiagramme zur Schichtenneigung	100
6. 4. 1. 2. Vergleich mit Kompaßmessungen	104
6. 4. 1. 3. Fehlerquellen beim Landen der Meßmarke im im Planimat D 2	104
6. 4. 1. 4. Verbesserungsvorschläge	106
6. 4. 1. 4. 1. Allgemeines	106
6. 4. 1. 4. 2. Sammeldiagramme	106
<u>6. 4. 2. Gerölleinregelung</u>	107
6. 4. 2. 1. Diagramme zur Gerölleinregelung	107
6. 4. 2. 2. Vergleich mit Kompaßmessungen	109
6. 4. 2. 3. Darstellung der Einregelung verschiedener Geröllgruppen	112
6. 4. 2. 4. Einfluß der Geröllgröße	113
6. 4. 2. 5. Unterschiedliche Wichtung der einzelnen Geröll-a-Achsengruppen	114
6. 4. 2. 6. Fehlerquellen und Schlußfolgerung	115
<u>6. 4. 3. Korngrößenanalyse</u>	115
6. 4. 3. 1. Empirische Herleitung des Zusammenhangs zwi- schen Sieb- und Bildkorngrößenanalyse im Photo 22, Schöllnöd	115
6. 4. 3. 1. 1. Allgemeines	115
6. 4. 3. 1. 2. Ergebnis der Siebanalyse und Verteilung der Geröllachsenanzahlen	116
6. 4. 3. 1. 3. Ergebnis der Siebanalyse und Verteilung der Summen der Geröllachsenlängen	116
6. 4. 3. 1. 4. Ergebnis der Siebanalyse und Verteilung der Summen der Geröllachsenflächen	116
6. 4. 3. 1. 5. Ergebnis der Siebanalyse und Verteilung der Summen der Geröllachsenvolumina	118
6. 4. 3. 1. 6. Zur photogrammetrischen Bestimmung des Kornanteils kleiner 2 mm	118
6. 4. 3. 2. Vergleich von Sieb- und Bildanalyse	118
6. 4. 3. 3. Kombinierte Sieb-Bild-Analyse	120

7. Entstehung eines Deltas (Beobachtungen an Sedimentationsmodellen und im OS-Delta in Ostniederbayern)	Seite 123
7. 1. Deltaabfolge	123
7. 2. Korngrößenverteilung im Delta	126
7. 3. Beziehung OS/ HoS	126
7. 4. Ablagerungsmechanismus des OS	126
7. 4. 1. Aufbau des OS	126
7. 4. 2. Größe der OS-Schüttungskörper	126
8. Sedimentationsablauf in der SBM von Ostniederbayern im N der Rott	129
9. Anhang	136
9. 1. Verzeichnis der Aufschlüsse, Profilknickpunkte und Bohrungen	136
9. 1. 1. Aufschlüsse und Bohrpunkte	136
9. 1. 2. Profilknickpunkte	138
9. 1. 3. Bohrberichte	139
9. 1. 3. 1. Bohrberichte zu den Profilen	139
9. 1. 3. 2. Sonstige Bohrberichte	140
9. 2. Literaturverzeichnis	141

Lebenslauf

1. Abkürzungen

1. 1. Stratigraphische Abkürzungen

TS	Terrassenschotter.
OSM	Obere Süßwassermolasse:
MH	Mischhorizont.
QRS	Quarzrestschotter.
SBM	Süßbrackwassermolasse:
SWS	Süßwasserschichten.
LSWS	Limnische Süßwasserschichten.
FSWS	Fluviatile Süßwasserschichten.
HoM	Hoisberger Mergel.
HoS	Hoisberger Schotter.
US	Uniosande.
OM	Oberer Mergelbereich.
SB	Sandbereich.
UM	Unterer Mergelbereich.
FD	Feinkörnige Deckschichten.
OS	Ortenburger Schotter.
SS	Schillsande.
AH	Aussüßungshorizont.
GS	Glimmersande.
SH	Schillhorizont.
MS	Mehlsande.
OMM	Obere Meeresmolasse.

1. 2. Abkürzungen zu den Geländearbeiten

Bhrg	= Bohrung.
h	= Hochwert in Meter (m).
NN	= Höhe über Normalnull in m (bei Bhrg Geländeoberkante, sonst Höhe der Basis), (in Abb. 5 beim OS, TS Sedimentoberkante und beim HoS Sedimentunterkante).
P	= Profilknickpunkt.
r	= Rechtswert in m.
o	= oben; hangendes OS-Niveau.
m	= mitte; mittleres OS-Niveau.
u	= unten; liegendes OS-Niveau.

1. 3. Abkürzungen der Lokalitäten

Alde	= Aldersbach.
Blin	= Blindham.
Dirn	= Dirnberg.
Drit	= Drittenthal.
Elex	= Elexenbach.
Hauf	= Haufenberg.
Hier	= Hierling.
Hois	= südlich von Hoisberg.
Karg	= Karglöd.
Kema	= Kemating.
Kles	= Klessing.
Orte	= Ortenburg.
Schö	= Schöllnöd.
Schw	= Schwarzmair.
Stra	= Straß.

1. 4. Abkürzungen der Sedimentparameter

K-Wert	= $\sqrt[3]{a \cdot b \cdot c}$; (a, b, c = Länge der Geröll- -a-, -b-, -c-Achse in cm).
Km	= arithmetischer Mittelwert der zehn größten K-Werte.
Kmax	= größter K-Wert.
Q1	= Korngröße in mm bei 25 % der Kornsummenlinie.
Q2	= Korngröße in mm bei 50 % der Kornsummenlinie.
Q3	= Korngröße in mm bei 75 % der Kornsummenlinie.
So	= Sortierung nach TRASK; ($So = \sqrt{Q3/Q1}$).
Sk	= Schiefe nach TRASK; ($Sk = Q1Q3/Q2^2$).
SF	= Kornformfaktor.
U	= Schluff.
S	= Sand.
G	= Kies.
f	= fein.
m	= mittel.
g	= grob.

1. 5. Abkürzungen zu den gefügekundlichen Untersuchungen

AE	= Aufnahmeebene (Anschnittebene im Aufschluß, Basis, Kameraachse), die Pfeile zeigen die Lage des Aufschlusses.
Isolinien	vgl. Tab. 3 bzw. Tab. 15.
N	= Norden.
SFL	= Schichtflächenlote.
SR	= mit dem Kompaß bestimmte Schüttungsrichtung.
x	= Schichtflächenlote oder Polpunkte der Geröll- achsen.
*, 0	= Gitterpunkte mit maximaler Belegdichte (Beleg- dichte mind. 90 % von derjenigen des größten Maximums).

2. Einführung

2. 1. Geographische und geologische Lage des Untersuchungsgebiets



Abb. 1. Lage des Untersuchungsgebiets (schraffiert).

Das Untersuchungsgebiet liegt geographisch in Ostniederbayern im Raum Passau (vgl. Abb. 1). Geologisch ist es gekennzeichnet durch die Sedimente der nach N auskeilenden Molasse und durch die Gesteine des Bayerischen Waldes. Den Schwerpunkt der Untersuchungen bildeten die Kartenblätter 7444 Aidenbach, 7445 Ortenburg und 7344 Pleinting (vgl. 2. 3.). Allerdings wurden auch Übersichtsbegehungen westlich, nördlich und östlich davon durchgeführt. Auf diese Art und Weise setzten die Untersuchungen nicht nur im Verbreitungsgebiet des über Tage anstehenden OS (westlich von Passau, im S des Donaulaufs), sondern auch im angrenzenden Bayerischen Wald und in Oberösterreich an.

2. 1. Alter der Sedimente und Problemstellung

Im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen der OS und der HoS der SBM von Ostniederbayern. Tab. 1 zeigt die erdzeitliche Einordnung dieser Sedimente.

Alter				Schichtenfolge	
Neogen	1) Pannon	Pliozän	2) Pont		
	Sarmat		Sarmat	Hangendserie	Mischhorizont
	Baden		Torton	Quarkonglomerat	
	Karpat			Quarzrestschotter	
Neogen				Limnische Süßwasserschichten	Hoisberger Mergel
				Uniosande	Hoisberger Schotter
				Schillsande	
Neogen				Aussußungshorizont	Feinkörnige Deckschichten
				Glimmersande	
				Schillhorizont	
Neogen				Mehlsande	Ortenburger
					Schotter
Neogen				Plattermergel, Glaukonit-	
				sande, Strandfazies	

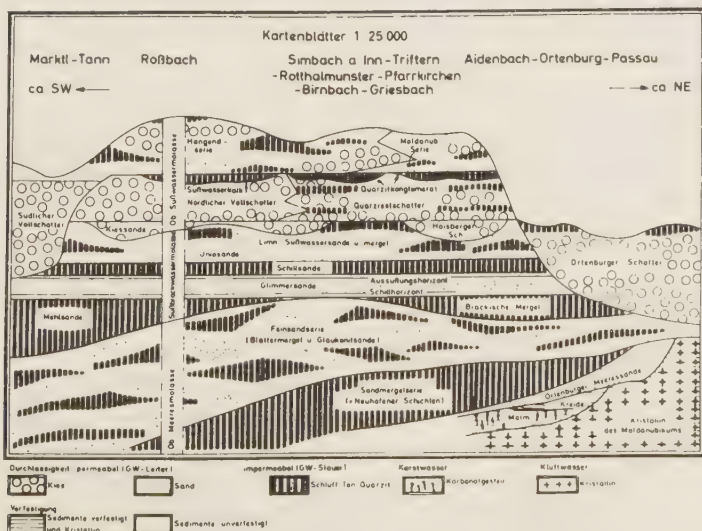
1) regionale Stufen der zentralen Paratethys.

2) bisherige stratigraphische Gliederung der voralpinen Molasse.

Korrelation 1)/ 2) nach CICHÁ, FAHLBUSCH & FEJFAR 1972.

Tab. 1. Schichtenlagerung und Stratigraphie.

Die Abb. 2 zeigt den Kenntnisstand vor dem Beginn der Untersuchungen. Der HoS und der OS (rechts in der Abb. 2) liegen als Rinnen ohne Beziehung zueinander in den Ablagerungen der SBM. GRIMM (1977, Grafik 1) deutet in der Arbeit, der die Abb. 2 entnommen ist, als erster den OS als Deltaablagerung. Der Autor baut diesen Gedanken weiter aus. Den Gesamtablagerungsmechanismus des OS-Deltas sollte die vorliegende Dissertation endgültig klären. Der Autor untersuchte den OS bereits in seiner Diplomarbeit (HAAS, 1980). Kernstück der Bearbeitung waren Schrägschichtungsmessungen im Schotterkörper. Der Autor wies nach, daß der OS deltaartig in verschiedenen Flußarmen (distributaries) nach SW geschüttet wurde. Zudem klärte HAAS (1980) die Abtauchrichtung im OS: Der Schotter taucht nach W ab.



Einfallen nach NW und antithetische Bruchtektonik nicht dargestellt.
Höhen (insgesamt ca. 200 m mächtig aufgeschlossen) und Längen im
einzelnen nicht maßstäblich.

Abb. 2. Schemaprofil: Schichtenfolge der Molasse in Ostniederbayern
(nach GRIMM 1977).

3. Aufbau eines Deltas

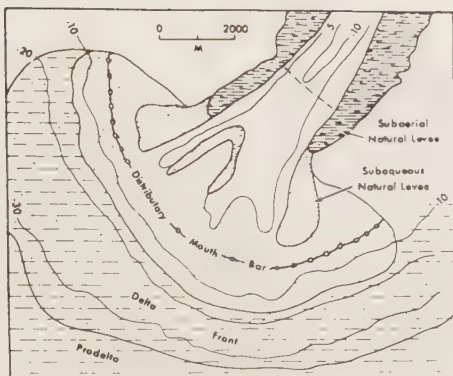
Im folgenden sind aus der Deltaliteratur einige besonders gelungene Abbildungen, die den Aufbau eines Deltas zeigen, dargestellt und beschrieben.

Abb. 3. ist eine Aufsicht auf ein Delta: Der Fluß strömt von rechts oben in ein Ablagerungsbecken. Er wird seitlich bis zur Küste von subaerischen Wällen (subaerial natural levees) begrenzt. An der Küste fächert er auf. Die seitlichen Wälle setzen sich subaquatisch fort (subaqueous natural levees). Mit dem Erlahmen der Transportkraft infolge nachlassender Strömungsgeschwindigkeit werden Sedimente vor der Küste abgelagert:

- direkt an der Flußmündung (distributary mouth) flach liegende, grobkörnige, wasserspiegelnahe,
- am Deltahang (delta front) steil geböschte, weniger grobkörnige, tiefer liegende und
- im Beckenbereich (prodelta, bottomset beds) flach gelagerte, in Beckentiefe liegende Ablagerungen.

Die Ablagerungen direkt an der Flußmündung können so weit aufwachsen, daß sie für das beckenwärts fließende Wasser eine Barre bilden (distributary mouth bar, Flußmündungsbarre). Die Faziesbereiche distributary mouth bar und delta front kann man als foreset beds zusammenfassen. Abb. 4 stellt die Ablagerungsbereiche in einem Delta räumlich dar. Es sind zwei Flußmündungsarme (distributary channels) mit ihrer delta front und dem prodelta vorhanden. Die delta front weist ein deutliches Gefälle (bar slope) und zwischen den Abflußrinnen aufragende Sedimentkämme (bar crests) auf. Die Deltaebene (delta plain, topset beds), die für jedes reife Delta charakteristisch und geographisch gut auszumachen ist, weist in der Abb. 4 Landzungen (lateral spits) und Lagunen auf.

Im Lauf der Zeit wächst das Delta beckenwärts höher. Ein Fluß sedimentiert beckenwärts so lange, bis sein Strömungsgefälle aufgebraucht ist. Dann sucht er sich einen neuen Lauf.



- Grenze Fluß (Gefälle stromabwärts) gegen Becken und Barre (Gefälle stromaufwärts) und Deltahang.
- Grenze Barre (weitgehend ebene Schichtung) gegen Deltahang (weitgehend schräge Schichtung).

Abb. 3. Aufsicht auf ein Delta (nach COLEMAN, 1961).

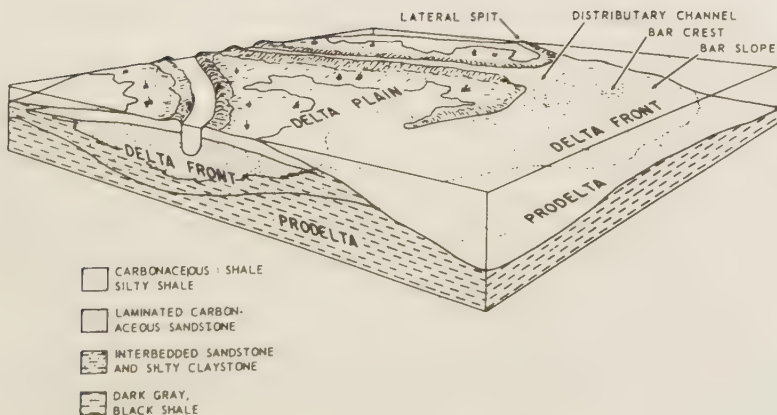


Abb. 4. Blockbild eines Deltas (nach SHANNON & DAHL, 1976).

4. Geologische Untersuchungen

4. 1. Schichtenbeschreibung

Die tertiären Lockersedimente wurden nach der Korngröße auskartiert. Im einzelnen sind Schluffe, Sande und Kiese unterscheidbar. Mischungen der verschiedenen Kornfraktionen sind in der Signatur der Profile A mit I von Abschnitt 4. 3. vermerkt. Die auskartierten Einheiten wurden dann mit Hilfe der lokalen Angaben früherer Bearbeiter in deren Strati-graphie eingebaut. Unregelmäßigkeiten in der Schichtenabfolge sind bewußt untersucht und dargestellt worden. Auf eine genaue geologische Beschreibung der einzelnen Schichten wird hier verzichtet. Der Leser findet sie bei den älteren Autoren ausführlich.

4. 2. Lagerungsverhältnisse

4. 2. 1. Überblick über die untersuchten Schotter

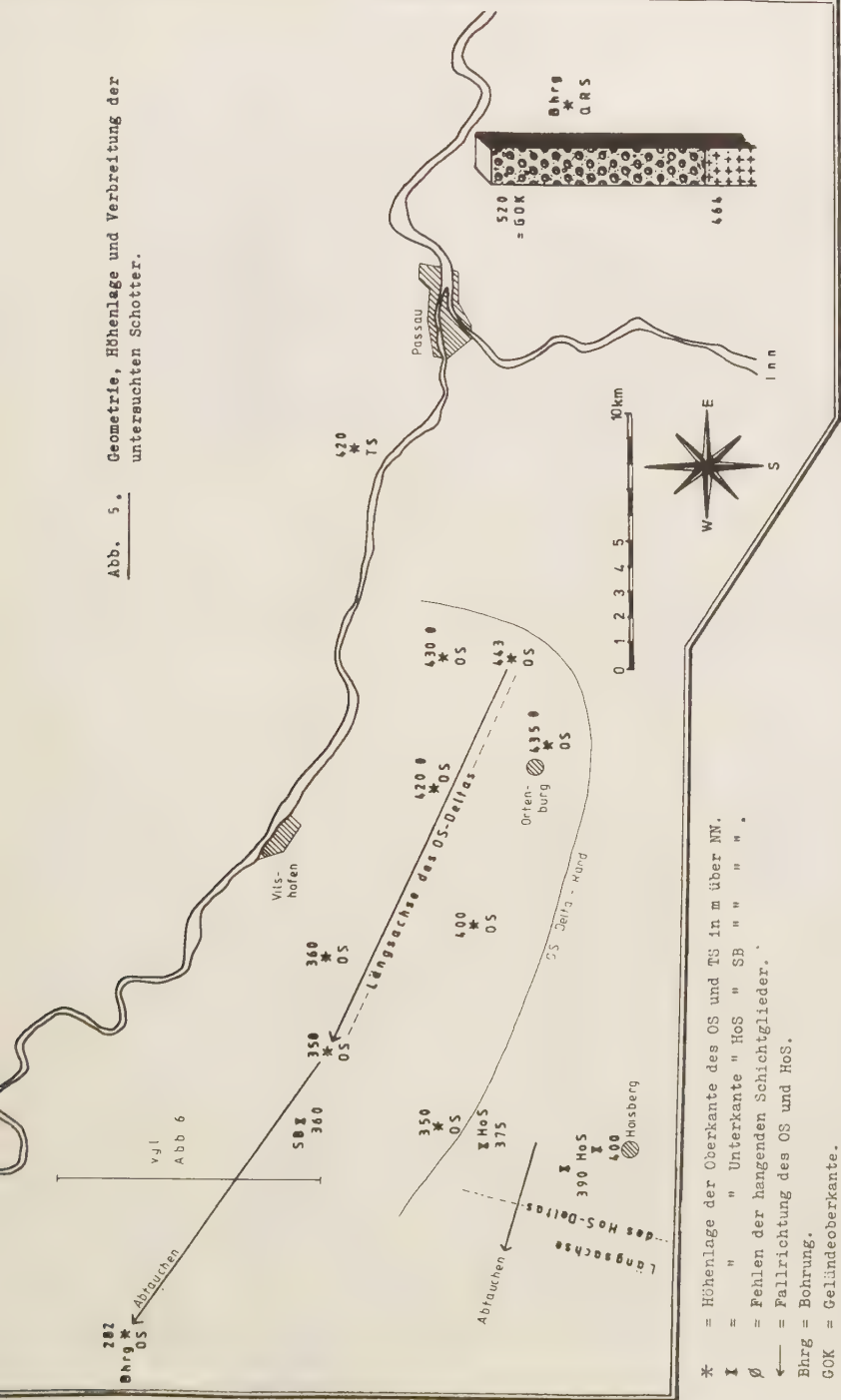
Die Abb. 5 zeigt drei Schottertypen: Parallel dem westlichen Donaulauf im S den OS, im SW den HoS, nördlich der Donau den TS und im E (östlich des Inns und südlich der Donau) den QRS. - TS und QRS sind nur Beispiele aus der den HoS und OS einschließenden Sedimentfolge im angegebenen Gebiet (Näheres hierzu vgl. z. B. EDER, 1955 und SCHAUERTE, 1962). Der HoS ist nach SCHAUERTE (1962, S. 36, Abb. 5, S. 108, S. 140, Abb. 16 und Tafel II, Profil C) eine von SW nach NE verlaufende Rinne, die nach NW abtaucht. Das nordöstliche Ende der Rinne ist in der Abb. 5 eingezeichnet. Die Abtauchrichtung (Pfeil in der Abb. 5) und die Längsachse des HoS-Schüttungskegels stehen aufeinander senkrecht. Der OS taucht ebenfalls nach NW ab. Er läßt sich in Bohrungen (Bhrg. Buchhofen in Abb. 5) weiter unter Gelände verfolgen (vgl. 4. 3. 5. und UNGER, 1983, S. 305 ff., Abb. 8, 9 und 10). Die Längsachse des OS-Deltas verläuft parallel zur Abtauchrichtung.

Einen guten Eindruck über den untertage liegenden OS im W des Untersuchungsgebiets vermittelt die Abb. 6. UNGER (1983, S. 298, Abb. 7) konnte anhand von Forschungsbohrungen die Lage des OS rekonstruieren.

Der TS nach EDER (1955) nördlich der Donau liegt zwischen 360 und 460 NN (EDER, 1955, S. 67). In die Abb. 5 ist der Aufschluß östlich von Walding (TS von 390 bis 420 NN, vgl. EDER, 1955, S. 69) eingezeichnet. Weitere gut aufgeschlossene Gruben im TS befinden sich südlich von Gerlesberg (TS von 385 bis 408 NN) und südöstlich von Judenhof (TS von 390 bis 408 NN). Die Grenze zu den hangenden Sedimenten des TS (horizontal geschichtete, grüne Schluffe) ist nur bei Walding auf 420 NN aufgeschlossen. Sie müßte, falls der OS und der TS äquivalente Ablagerungen sind, der OS-Oberkante entsprechen. Diese liegt in den nächst gelegenen OS-Aufschlüssen durchwegs höher (vgl. Abb. 5: Haufenberg (443 NN), Straß (430 NN) und Vorderhainberg (435 NN)).

OS und TS werden vom Donaurandbruch getrennt. Dieser war noch

Abb. 5. Geometrie, Höhenlage und Verbreitung der unteruchten Schotter.



Verwendete Aufschlüsse von W nach E:
 OS : Uttigkofen, Schwarzmaier, Dirnberg, Klessing, Drittenthal, Vorderhainberg, Straß, Haufenberg.
 TS : Walding.
 HoS: Hauptmannsberg, Haidenburg, Holsberg.
 SB : Gainstorfer Graben (geröllführend).

Verwendete Bohrungen: Fuchshofen (OS) und Esterberg (QRS), vgl. 9. 1. 3. 4.

Legende vgl. 4. 2. 3. 1., S. 29.

nach der Ablagerung der SBM (mit dem OS) aktiv: Schüttung der Feldspatsande in der DSM nach S, also Aufsteigen des Moldanubikums. Folglich müßte der auf dem Moldanubikum befindliche TS höher als der dem Moldanubikum vorgelagerte OS liegen, wenn beide dem gleichen, in einem einzigen Schüttungsakt gebildeten Schotterstrang entsprächen. Allerdings ist nach FÜHRER (1976, S. 109) die Südgrenze des Vorderen Bayerischen Waldes als tektonische Abschiebung, meist in Form eines Staffelfalles, ausgebildet. Es wäre also denkbar, daß gleichalte und ursprünglich in einem leichten Gefälle abgelagerte Sedimente im Top von abgerutschten und rotierten Schollen heute ein zur Ablagerungszeit inverses Fallen zeigen. In Oberösterreich (im Gebiet östlich des Inns und südlich der Donau) ist ebenfalls kein OS vorhanden. In der Kiesgrube südlich von Esternberg (an der Straße von Esternberg nach Gersdorf) ist von 490 bis 510 NN typischer QRS aufgeschlossen. 800 m südöstlich von diesem Aufschluß wurde eine Bohrung abgeteuft (vgl. Abb. 5). Der QRS der DSM liegt hier direkt auf Kristallinzersatz (vgl. Abb. 5). Jüngere Ablagerungen wie der OS fehlen also in der stratigraphischen Abfolge. Die Kiesgruben Haufenberg und Straß (vgl. Abb. 5) sind die letzten größeren Aufschlüsse im OS nach E zu: SEITNER (1977) fand im E bis zum Inn keinen OS mehr.

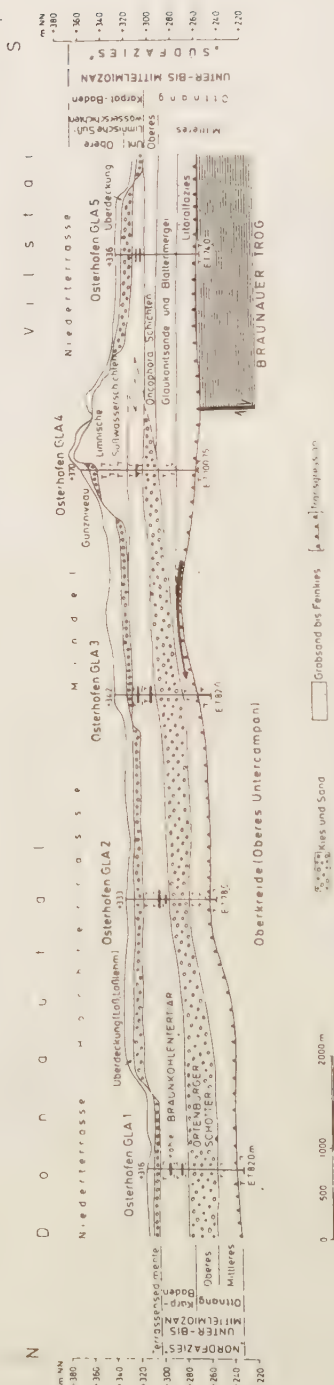


Abb. 6. N-S-Profil durch das westliche Untersuchungsgebiet, Lage vgl. Abb. 5 (nach UNGER, 1983).

4. 2. 2. Aufbau der SBM und OMM (mit OS und HoS)

Legt man ein SW-NE-Profil auf der Linie Haidenburg (Blatt Aidenbach) - Alkofen (Blatt Pleinting), so ist längs dieser Geraden die gesamte SBM-Schichtenfolge im Untersuchungsgebiet vorhanden (Abb. 7) - vgl. hierzu SCHIESSL, 1960, SUTTER, 1960, SCHAUERTE 1962, S. 6 und GRIMM, 1977, S. 3, Grafik 1.

Weiter im E sind die hangenden Schichtglieder der SBM nicht mehr anzutreffen. Diese ist hier nur mehr zweigeteilt, u. zw. in GS und MS (NEUMAIER & WIESENER, 1939, S. 199; EDER, 1955, S. 36; SEITNER, 1977).

Dieses Auskeilen der hangenden Schichten der SBM deutet der Verfasser als eine normale Abnahme der Sedimentmächtigkeit zum Rand des Beckens hin. Eine Erosion der hangenden Schichten, wie NEUMAIER & WIESENER (1939, S. 250) annahmen, fand nicht statt.

Die OMM zeigt nach E zu Sedimente flacheren Meeres (vgl. WOLF, 1954). Im E sind grobkörnige Strandbildungen aufgeschlossen.

Sowohl die Schichten der SBM, als auch die der OMM sind jeweils gleichzeitig (diachron) sedimentiert worden und stellen Milieudifferenzierungen im Ablagerungsbecken dar.

Die Schichten der SBM - ohne OS und HoS - gliedern sich vom Hangenden zum Liegenden wie folgt (vgl. Abb. 7):

OM
SB
UM
GS
MS.

Der UM wird im SW von SS und diese in den oberen Partien von US vertreten. UM, SB, OM und US rechnet man zu den LSWS.

Die MS sind im Untersuchungsgebiet meist als Brackische Mergel (WITTMANN, 1957, S. 60) ausgebildet. Sind diese nicht fossilführend, so ist eine Unterscheidung von den liegenden marinen Mergeln oft nicht möglich (vgl. S. 1. 4. und 5. 1. 6.).

An der Grenze MS/GS kann ein Schillhorizont SH, an der Grenze GS/SS ein Aussüßungshorizont AH ausgebildet sein.

Die gesamte SBM-Schichtenfolge teilt man zweckmäßigerweise in einen unteren (MS und GS) und in einen oberen Teil (LSWS). Die SS sind als eigene Einheit der klassischen SBM-Abfolge (nach WITTMANN, 1957, S. 75 ff.) im Grenzbereich von unterem zu oberem Teil ausgebildet.

Im unteren Teil ist der OS, der im Liegenden bis in die Schichten der OMM hineinreicht, im oberen Teil der HoS einschaltet. Die FD befinden sich über dem OS und der HoM über dem HoS als Sonderfaziesentwicklungen.

SCHLICKUM & STRAUCH (1968, S. 328) fordern für die SBM in Ostniederbayern einen "kontinuierlichen einmaligen Aussüßungsvorgang", der sich in verschiedenen Faziesräumen vollzog: In den tiefsten Bereichen des Beckens wurden MS und an der Küste als vorschüttende Sandkörper (foreset beds) GS sedimentiert (vgl. SCHLICKUM & STRAUCH, 1968, vor allem Abb. 6, S. 384); direkt hinter der Küste bildeten sich die SS im Lagunenbereich und weiter landwärts die US in mäandrieren-

den Flußläufen; zwischen den Flüssen lagerten sich die LSWS als "endgültige Verlandungsphase" ab.

Der OS ist ein typisches Beispiel für eine foreset bed-Schüttung (vgl. 5. 1. 2. 4. und Abb. 57). Die FD liegen als topset beds auf dem OS (vgl. Abb. 25 und 57 und GRIMM, 1977, S. 5, Grafik 2).

Der HoS liegt als flach geböschter und geringmächtiger Schüttungskegel im Hangenden des OS. Er hat keine Verbindung zum OS (vgl. 4. 3. 3., Abb. 7 und 57).

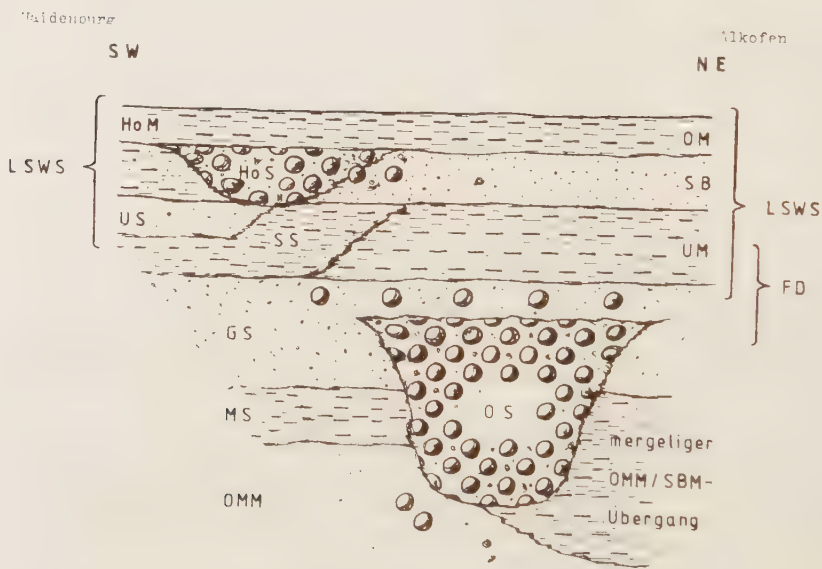


Abb. 7. Schematische Schichtlagerungsverhältnisse.

4. 2. 3. Geologische Profile mit Legende

4. 2. 3. 1. Legende zu den geologischen Profilen und Abbildungen

-  Schluff
-  Sand
-  Kies
-  Mesozoikum
-  Kristallin
-  Lehm
-  Böschung
-  Profilknickpunkt

4. 2. 3. 2. Geologische Profile

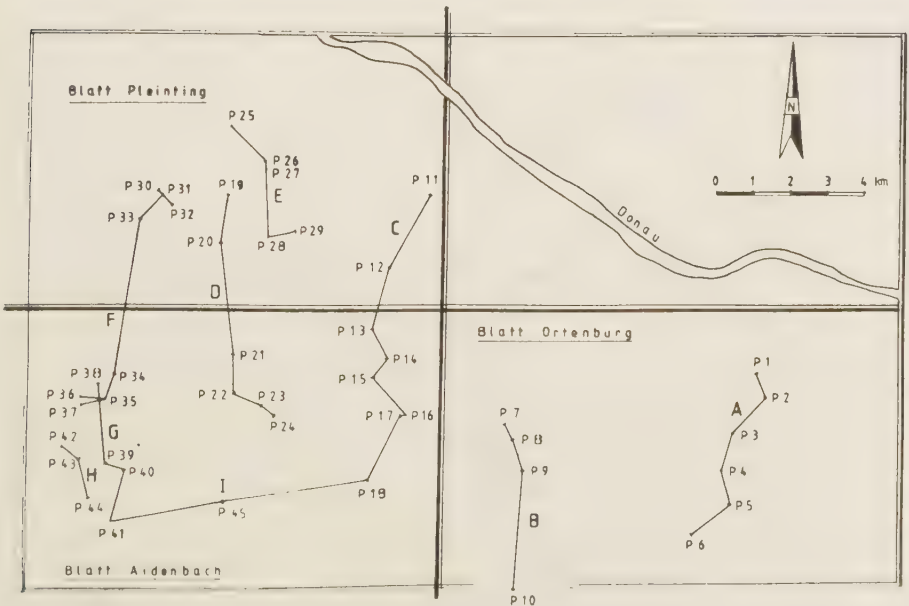
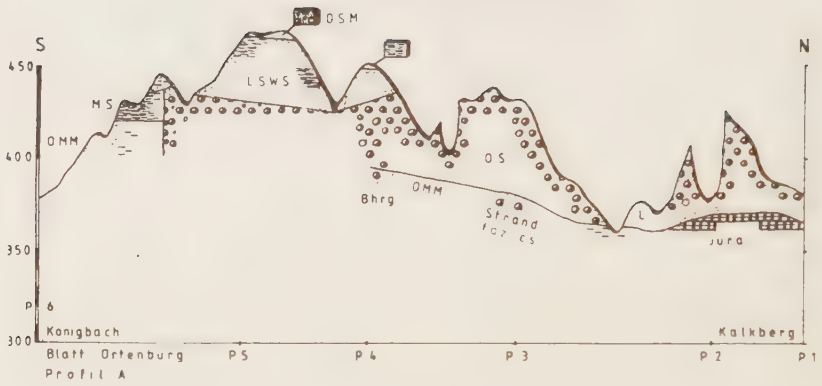
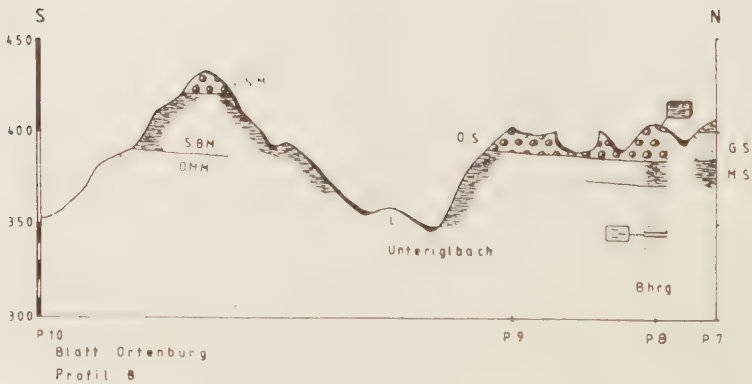


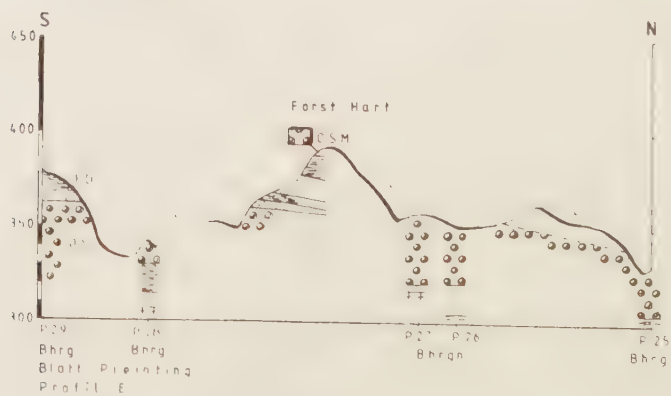
Abb. 8. Geographische Lage der Profile
(P = Profilknickpunkte, vgl. 9. 1. 2.).

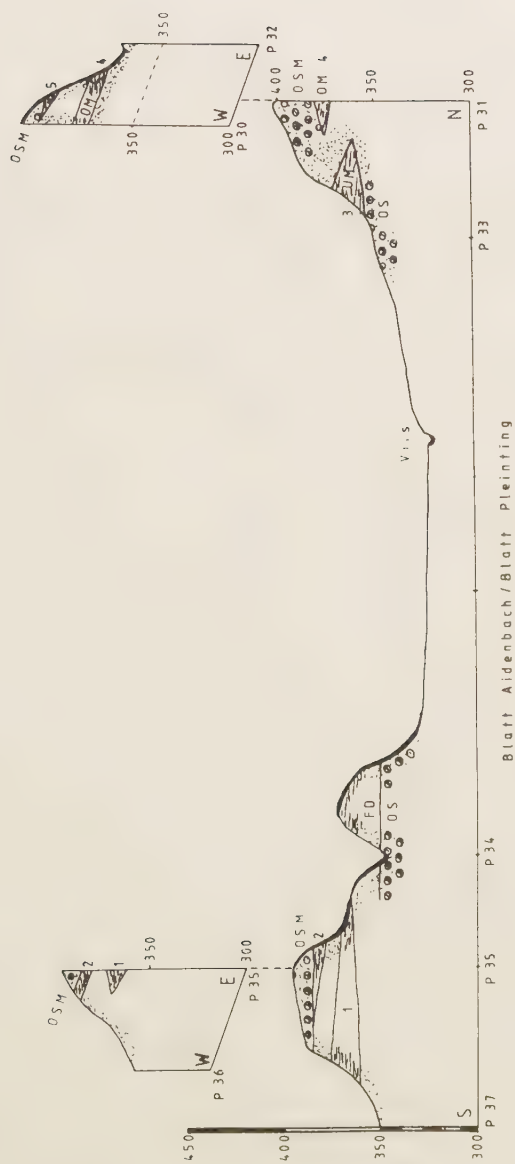


1 km
Höhenangaben in m über NN



1 km
Höhenangaben in m über NN



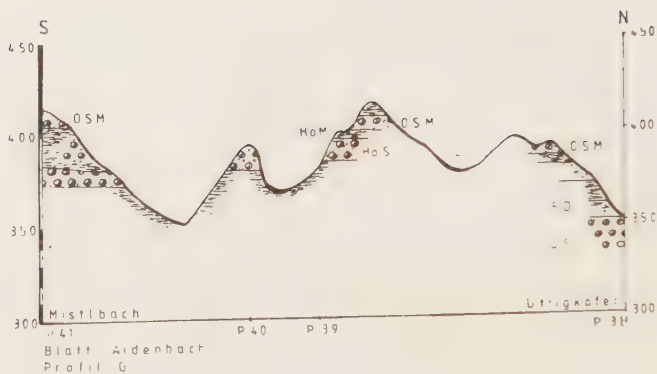


Blatt Aidenbach/Blatt Pleinting

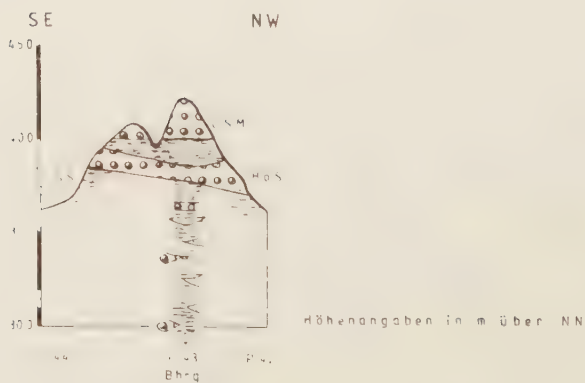
Profil F

1 km

Höhenangaben in m über NN



Höhenangaben in m über NN



Höhenangaben in m über NN

Blatt Aidenbach / S Haidenburg

Profil H



4. 2. 4. Lagerungsbeziehungen zwischen dem HoS und dem OS

In der Abb. 5 sind die Höhenlagen der Oberkante des OS und der Unterkante des HoS eingezeichnet. Im Grenzbereich OS/HoS - Kiesgruben Uttigkofen (OS bis 350 NN) und Haidenburg (HoS ab 375 NN) - überschneiden sich die Höhenlagen beider Schotterstränge nicht. Der HoS liegt hier um 25 m höher als der OS (vgl. auch Profil G).

Weiter im SE (Verbindung von Profil C und I) liegt der HoS zwar im Niveau des OS, aber beide Schotter sind 6 km voneinander entfernt. Im Gebiet zwischen Aldersbacher und Aunkirchner Bach (zwischen Gopping und Beutelsbach), das die beiden Schotter trennt, sind über den LSWS nur höherliegenden Schotter der OSM anzutreffen. Überleitende Schotter vom HoS zum OS fehlen.

SCHAUERTE (1962, S. 37) deutete diese OSM-Schotter als mögliche Fortsetzung des HoS. Wenn dies so ist, so liegt der mögliche HoS sowieso über dem OS (Unterkante des möglichen HoS im kürzesten Abstand zum OS: 410 NN und Oberkante des OS von Klessing : 400 NN). Es liegt dann der erste Fall von oben vor. Die nachfolgenden Überlegungen entfielen dann.

Die Schichten im Untersuchungsgebiet fallen i. allg. nach NW (vgl. WITTMANN, 1957, S. 88 ff.). Legt man die Oberkante des OS zugrunde, um den Fallbetrag auszurechnen, so ergibt sich für die Aufschlüsse Haufenberg (443 NN) im E und Schwarzmair (350 NN) im W:

Ein Fallbetrag von ca. 100 m auf eine Entfernung von ca. 17 km, d. h. ca. 6 m pro km.

Im ersten Fall von oben differieren die Höhenlagen des HoS und des OS um 25 m bei nahe nebeneinander liegenden Aufschlüssen.

Im zweiten Fall von oben, bei 6 km voneinander entfernt liegenden Aufschlüssen, ergibt sich beim berechneten Abtauchen der Schichten um 6 m pro km nach W ein Abtauchbetrag von 6 m / km mal 6 km ist ca. 35 m.

Die ursprünglich um 25 m differierenden Höhenlagen von HoS und OS (Fall 1) sind also bei einem Abstand der Aufschlüsse von 6 km (Fall 2) wegen dem generellen Fallen der Molasseschichten im Untersuchungsgebiet nivelliert (25 minus 35 ist kleiner 0 m). Die gleichhohe Lage von HoS und OS bei diesem Abstand besagt also nicht, daß die beiden Schottertypen ehemals zusammenhingen.

Die Schotter der SBM im N der Rott wurden von einem einzigen Strom sedimentiert. Erst bildete sich am Rand des Moldanubikums das Schotterdelta des OS (vgl. Abb. 57). Als Ausspülungsprodukte lagerten sich im "prodelta" MS und GS und lateral an der Küste GS ab (vgl. Abb. 9 und 3). In den das Delta begleitenden Lagunen entstanden SS. Am Deltatop ("delta plain") bildeten sich die LSWS, die das Schotterdelta und seine Derivate plombierten und die Deltaplattform verlandeten ließen. Nachdem die Verlandungszonen über dem OS das Flußgefälle zu stark für einen unbehinderten Abfluß auf der Deltaplattform vermindert hatten, durchbrach sie der Strom in einer größeren Rinne. Vor dieser baute er den flachen, geringmächtigen Schotterkegel des HoS weiter beckenwärts, süd-

lich vor dem Schotterdelta des OS auf.

Der HoS liegt also höher in der Sedimentationsfolge und zentraler im Becken als der OS. So kommt es, daß sich der HoS und der OS in den Profilen G, H und I und in der Abb. 5 nicht überlappen.

Da die Verlandung auch beckenwärts vom OS-Delta fortschritt (vgl. oben), bilden

- der untere Teil der SBM (MS = flächenhafte, küstenferne Ablagerungen am Grund des Beckens und GS = foreset beds ("delta front")),
- die Grenzsedimente zum oberen Teil der SBM (SS = Lagunenfazies) und
- die liegenden Partien des oberen Teils der SBM (US = Küstensande, flächenhaft verbreitete "sheet-sands" oder Sedimente von abgeschnittenen Rinnen)

das Liegende des HoS.

4. 2. 5. Lagerungsbeziehungen zwischen dem OS und der übrigen SBM

Der OS wird in den Profilen A, B, C und D lateral von OMM, MS und GS vertreten. Die geographische Lage der Profile ist in Abb. 8 angegeben. Die FD entsprechen der Höhenlage nach in ihren liegenden Teilen den GS (vgl. Abb. 9).

Im Profil A reicht der OS tief in Sedimente der OMM hinein. Die Obergrenze der MS liegt südlich von Hierling (P 5), bei Königbach, ungefähr gleichhoch mit der OS-Oberkante. Im Bereich von Linden (P 4) und Kemating (P 3) lagert der OS der Strandfazies der OMM auf. Noch weiter nördlich, bei Straß (P 2) und Kalkberg, bilden Mergel und Kieselnierenkalke des Mesozoikums (vgl. KRAUS, 1915, S. 108 ff.) das Liegende des OS.

Im Profil B sind aufgrund der Mikrofauna marine Mergel (frdl. mündl. Mitteilung von Herrn Dipl.-Geol. W. WENGER) bei Unteriglbach die Unterlage des OS. Seitlich vertreten wird er bei Niederham (P 7) von GS. Hier liegt der OS auf Rzehakia-führenden MS.

Bei Bergham - Profil C - ist die klassische SBM-Abfolge aufgeschlossen: MS, GS und SS (vgl. SCHLICKUM, 1964, S. 53). Die Oberkante des OS von Klessing liegt wieder im Niveau der GS. Die GS werden von den liegenden FD vertreten (vgl. Abb. 9). Die hangenden FD ersetzen die SS und die LSWS. Der OS reicht im Liegenden hier mindestens bis in die MS hinein. Weiter im N liegen die tertiären Molasseschichten (Unterlage des OS) bei P 15 (vgl. Profil C) auf kristallinen und bei P 14 auf mesozoischen Gesteinen. An der Grenze von Blatt Aidenbach zu Blatt Pleinting erscheint die OMM bei Aunkirchen als direkte Unterlage des OS (vgl. SCHIESSL, 1960). Bei Liessing (P 12 im Profil C) liegt der OS wieder auf Kristallin und wird bei Fischeröd von LSWS (UM und SB) überlagert.

Der OS von Aldersbach (Profil D) vertritt die OMM, die MS (vgl. WOLF, 1956, S. 23) und die liegenden GS (vgl. WITTMANN, 1957, S. 68) seitlich. Die SS liegen etwas höher als die OS-Obergrenze im Niveau der FD. Im N von Profil D (nördlich der

Vils) taucht der OS unter den LSWS (UM) unter Gelände ab. Im Profil E ist das Abtauchen des OS unter Gelände im Forst Hart anhand von Bohrberichten dargestellt: Die OS-Unterkante fällt - von S nach N - von 330 NN (P 28) über 320 NN (P 27 und P 26) auf 305 NN (P 25) - vgl. 4. 2. 1..

SCHIESSL (1960) nahm an, daß sich der OS an den UM im N von Profil C anlagerte. Tatsächlich besteht eine Überlappung von OS und UM in der Vertikalen von 360 bis 370 NN. Geringe Niveauschwankungen an der Oberkante des OS treten auch an anderen Stellen auf: Z. B. im S von Profil C fällt die OS-Oberkante von 400 NN bei Klessing auf 380 NN bei P 15. Diese Niveaudifferenzierungen an der OS-Oberkante dürfen nicht überbewertet werden. Bei einer Anlagerung des OS an die SBM dürfte der OS nicht in Bohrungen weiter nach NW verfolgbar sein (vgl. oben Profil E).

4. 2. 6. Lagerungsbeziehungen zwischen dem HoS und der übrigen SBM

4. 2. 6. 1. Allgemeines

Der HoS ist in die hangenden Schichten der SBM, die LSWS, eingelagert (vgl. SCHAUERTE, 1962, Abb. 4 auf S. 21 und 4. 2. 2.). Die Ausbildung der LSWS ist wechselhaft sandig bis schluffig.

Nördlich der Vils wurden die LSWS untergliedert:

- SCHIESSL (1960) legte im E besonderen Wert auf eine zusammenhängende Darstellung der einzelnen Schichtglieder. Seine LSWS sind dreigeteilt (UM, SB und OM, vgl. Abb. 7).
- SUTTER (1960) sah die LSWS im W differenzierter: bei ihm sind sie teilweise wechselhaft, teilweise zweigeteilt und teilweise dreigeteilt.

Südlich der Vils wurde keine Untergliederung der LSWS angestrebt. Lediglich an ihrer Basis wurden stellenweise US gesondert abgetrennt (vgl. WITTMANN, 1957, S. 87 Abb. 9 und SCHAUERTE, 1962, S. 21 Abb. 4).

Die LSWS in der Nähe des OS sind folgendermaßen ausgebildet:

- Im SE (vgl. Profil I mitte): Kleinräumig wechselhaft ohne ausgliederbare Einheiten;
- Im NW (vgl. Profil F): Kleinräumig wechselhaft mit ausgliederbaren Einheiten.

Allerdings ist der Unterschied von südöstlichem und nordwestlichem Gebiet nicht groß. Man kann auch im SE verschiedene Sedimentlinsen bei der Kartierung abgrenzen. Eine strenge Horizontbeständigkeit einzelner Lagen konnte der Autor bei seiner Kartierung nicht beobachten.

4. 2. 6. 2. Profile im einzelnen

Profil F zeigt die Wechselhaftigkeit der LSWS im Hangenden des OS. Quer zum S-N-Profil sind zwei W-E-Profile angegeben. Links im Profil F wurden zwei Mergel (1 und 2) und Sande auskartiert. Der liegende Mergel 1 ist im S-N-Profil horizontbeständig, aber schwankt in der Mächtigkeit. Der hangende Mergel 2 keilt im S-N-Profil aus und zieht im W-E-Profil mit konstanter Mächtigkeit durch.

Rechts im Profil F kann man drei Mergel (3, 4 und 5) und Sande unterscheiden. Im S-N-Profil sind zwei Linsen der Mergel 3 und 4 erkennbar; der Mergel 5 ist hier nicht vorhanden. Im W-E-Profil fehlt der Mergel 3; der Mergel 4 ist mit konstanter Mächtigkeit horizontbeständig und der Mergel 5 tritt als Linse auf.

SCHIESSL (1960) bezeichnete den Mergel 3 als UM und den Mergel 4 als OM. UM und OM läßt er "horizontbeständig" durch sein Kartiergebiet ziehen. Den hangenden Mergel 5 rechnet er bereits zur OSM.

Im Profil G liegt der HoS an der Basis der LSWS. Sein Liegendes bilden die SS (vgl. WOLF, 1956, S. 29) und sein Hangendes der HoM (vgl. SCHAUERTE, 1962, S. 46). Der HoS liegt hier deutlich höher als der OS (vgl. 4. 2. 4.).

Profil H zeigt den HoS in der gleichen Situation wie in Profil G (vgl. SCHAUERTE, 1962, S. 13, S. 45 und S. 46).

Durch eine Bohrung wurden zusätzlich die liegenden Sedimente des HoS erschlossen. Der Bohrbericht bei F 43 zeigt deutlich, daß kein mehrere zehner Meter mächtiges Schotterpaket, wie es für den OS kennzeichnend wäre, zum Liegenden hin folgt (vgl. 4. 2. 4.). Der HoS liegt hier auf der normalen sandigen bis schluffigen SBM-Schichtenfolge. Die geringmächtigen Fein- bis Mittelkieslagen verfälschen dieses Bild kaum.

Im Profil I links befindet sich der HoS (vgl. SCHAUERTE, 1962, S. 47) in den LSWS. Sein Liegendes bilden im Gegensatz zu Profil G und H die US (SCHAUERTE, 1962, S. 28). Nach E zu ist über den SS (WITTMANN, 1957, S. 67 und SCHLICKUM, 1964, S. 54) kein HoS mehr vorhanden (vgl. 4. 2. 4.).

4. 2. 6. 3. Paläogeographische Folgerung

Die LSWS zeigen i. allg. eine wechselhafte, sandige bis schluffige Sedimentausbildung. Horizontbeständige Lagen deuten sich an, sind aber nicht die Regel.

SCHIESSL (1960) führte für das nördlich der Vils liegende Untersuchungsgebiet eine Dreiteilung der LSWS in UM, SB und OM durch (vgl. 4. 2. 6. 1.).

SCHAUERTE (1962) gliederte im SW des Untersuchungsgebietes ebenfalls eine Sonderfazies der LSWS aus: Liegende LSWS, die fehlen können, HoS und HoM.

Da der SB auch geröllführend sein kann (SCHIESSL, 1960, Gainstorfer Graben) bietet sich eine Verbindung beider Sonderentwicklungen der LSWS an:

Im N der Vils,	im S der Vils
OM	HoM
SB	HoS
UM	liegende LSWS.

Die Verbindung des SB mit dem HoS fügt sich gut in die allgemeine Fallrichtung des HoS nach NW ein (vgl. Abb. 5):

Der nördlichste HoS-Aufschluß von Haidenburg liegt mit 375 NN höher als der geröllführende SB-Aufschluß im Gainstorfer Graben mit 360 NN, d. h. die nach N zeigende Verbindungslinie von beiden Aufschlüssen fällt um 15 m.

Gut paßt auch die Korngrößenabnahme im SB nach E dazu (vgl. SCHIESSL, 1960): Mit zunehmender Entfernung vom Hauptstrom (SB und HoS) werden die Körner allmählich feiner.

Nach SCHIESSL (1960) gibt es in seinem Untersuchungsgebiet nördlich der Vils keine US. Zählt man jedoch den OS mit den FD zur SBM, so finden sich im Liegenden der FD Küstensande des Deltatops. Diese entsprechen den US (vgl. Abb. 9).

4. 2. 7. Lagerungsbeziehungen zwischen den GS und den US im OS-Bereich

4. 2. 7. 1. Allgemeines

GS und US wurden vom selben Fluß abgelagert: Die US bildeten sich in Mäandern hinter der SBM-Küste und die GS im "delta front"-Bereich vor der Küste. Der Flußlauf zur SBM-Zeit verbindet beide Milieus (vgl. HAAS, 1980). An der Küste gehen beide Einheiten ineinander über. Allerdings wurde diese Verbindung in Ostniederbayern bis jetzt noch nicht sicher nachgewiesen.

Die Ähnlichkeit beider Faziestypen führt im Untersuchungsgebiet leicht zu Verwechslungen (vgl. S. 3. 4. 3.): WITTMANN (1957) verwechselte z. B. die US links im Profil I mit GS (vgl. SCHAUERTE, 1962, S. 28). Eine zusätzliche Schwierigkeit bei der Unterscheidung von GS und US liegt darin, daß die SS, die beide Einheiten normalerweise trennen, beckenwärts der OS-Fluß-Ästuar fehlen (vgl. Abb. 7).

4. 2. 7. 2. Profile im einzelnen

Im Profil I rechts liegen die US tiefer als die GS. Beide Einheiten sind ca. 2 km voneinander entfernt. Die GS nehmen in ihrer Mächtigkeit nach W zu stark ab, die US hingegen nehmen stark zu. Beide Einheiten ersetzen sich hier also gegenseitig. Eine ähnliche Situation ergibt sich zwischen Buchenöd und Gopping (vgl. Profil D und I). Eine gegenseitige Vertretung von GS und US läßt sich am OS-Deltarand generell feststellen (vgl. Abb. 7 und 4. 2. 5.). Da hier die SS als Grenzlinie nicht gebildet wurden, gehen GS und US direkt ineinander über.

4. 2. 7. 3. Paläogeographische Folgerung

Der OS-Fluß stellt das Anfangstadium der Aussüßung des OMM-Beckens in Ostniederbayern dar. Er kommt von den Alpen her und knickt am Rand des Moldanubikums (zwischen Passau und Fürstencell) nach W um. Parallel zum Kristallinrand baut er sein Schotterdelta auf. Küstenfernere Ablagerungen sind die MS und die GS (vgl. Abb. 57). Die US werden in einzelnen Flußarmen gebildet (Korngrößenabnahmen zum Hangenden), die GS im foreset-bed-Bereich (Korngrößenabnahme zum Liegenden). Im Küstenbereich, der dem Top der distributary mouth bar (vgl. 3.) entspricht, verzahnen sich die US und die GS (vgl. Abb. 9). Eine Unterscheidung ist hier nicht möglich, da die trennenden SS, Lagunenbildungen fern vom Hauptstrom, hier fehlen. Im Bereich des OS-Deltas verhindern die zuströmenden Wassermassen die Stillwasserzonen, in denen sich lagunäre Ablagerungen bilden könnten.

Der OS-Fluß sedimentierte sein eigenes Bett mit der distributary mouth bar (dem OS) immer wieder erneut zu (vgl. Abb. 55, 3. und 7. 2.). Dies hatte jedesmal einen neuen Durchbruch der abflußhemmenden Barre zur Folge. Danach konnten die Reste der Barre mit Küstensanden abgedeckt werden. Da die Barre beckenwärts ansteigt, ist es möglich, daß sich die channel-fill-deposits (US) mit den foreset beds (GS) in der Höhenlage überlappen (vgl. Abb. 9, 57 und 5. 1. 6. 2.).

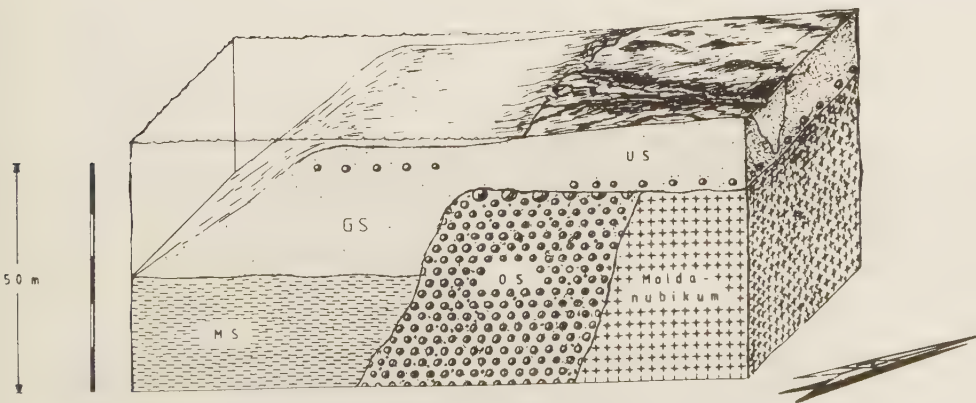


Abb. 9. Übergang GS/ US.

4. 3. Schichtenneigung im TS

Der Autor führte im TS nördlich der Donau Schrägschichtungsmessungen durch. Bearbeitet wurden zwei Aufschlüsse: Gerlesberg und Walding (vgl. 4. 2. 1.). Es ergaben sich folgende Gruppen von Linearen:

Tab. 2. Lineargruppen von Kompaßmessungen aus dem TS.

Gerlesberg:	Walding:
310/ 8 S	201/ 7 N
210/ 4 S	155/ 4 N
27/ 5 S	140/ 14 N
50/ 5 S	90/ 9 W
135/ 25 N	165/ 12 E
0/ 15 N	217/ 4 C
0/ 13 N	0/ 15 S
130/ 9 N	140/ 10 E
305/ 20 N	129/ 5 NW
150/ 23 N	142/ 5 NW
135/ 9 N	
90/ 2 W	
124/ 4 N	
315/ 4 N	
150/ 10 N	
215/ 3 S	

Eine Zweier-Linear-Gruppe bestimmt eine Schichtfläche und eine zugehörige Fall- oder Schüttungsrichtung. Trägt man diese Schichtneigungsrichtungen als zweidimensionale Vektoren auf und bildet die Vektorsumme, so ergeben sich als Resultierende die Richtungen:

Gerlesberg:

Walding:

308 Grad

263 Grad.

Die Schottererschüttungen des TS nördlich der Donau waren also vorwiegend nach W gerichtet (vgl. im Gegensatz dazu EDER, 1955, s. 85 f.). Auch die Hauptströmung des OS im S der Donau zeigt nach W (vgl. HAAS, 1980; UNGER, 1983, S. 105 ff.). Der TS und der OS hängen allerdings genetisch nicht zusammen (vgl. 4. 2. 1.).

4. 4. Gerölleinregelung im OS und HoS

4. 4. 1. Gerölleinregelung und Schichtenneigung im OS

In den Abb. 10, 46 und 47 (Kiesgruben Straß, Aldersbach und Klessing; vgl. dazu Tab. 18, größte Maxima der Korneinregelung) deckt sich die Haupteinregelungsrichtung der Geröll-a-Achsen mit der von HAAS (1980) ermittelten Schüttungsrichtung in den Aufschlüssen (Arbeitsweise zur Korneinregelung vgl. 6. 4. 3. 2.). Die längsten Geröllachsen sind im OS-Delta also vorwiegend parallel zur Strömungsrichtung orientiert. Die größten Geröllquerschnitte (mit der c-Achse als Flächenpol) tauchen bei Klessing und Straß mit der bevorzugten Schichtneigungsrichtung ab. Bei Aldersbach fallen sie entgegengesetzt dazu (Dachziegellagerung). In Klessing und Straß wurden hangende OS-Schichten mit Geröll- b-Achsen größer 10 mm untersucht und in Aldersbach liegende mit Geröll-a-Achsen größer 30 mm.

Im ersten Fall (Klessing, Straß) neigen sich kleinere Gerölle mit ihrer größten Querschnittsfläche parallel zur Schichtneigung und im zweiten Fall (Aldersbach) größere entgegengesetzt dazu. Es scheint so, als ob die Strömung bei den größeren Geröllen nicht mehr ausreichte, um sie in die Fallrichtung der Schichten zu kippen. Sie wurden aus der Transportlage quer zur Strömung bei der Sedimentation nur in Strömungsrichtung eingesteuert. Der Grund hierfür (nur Einsteuerung nicht Einkippung in Strömungsrichtung) mag darin bestehen, daß die Schleppkraft in den liegenden Deltateilen - Aldersbach - geringer war als in den hangenden - Klessing, Straß - (vgl. 5. 1. 2. 4.).

Tab. 3. Legende zu den Abb. 10, 11, 46 und 47 (Isoliniendiagramme der mit dem Kompaß im Gelände gemessenen a- und c-Geröllachsen im OS und HoS).

Isolinien: 1, 2, 3, 5, 7, 9 und 10 ‰ Belegdichte.

AE = Aufnahme- oder Bildebene des zugehörigen Stereobildes bzw. Anschnittebene im Aufschluß (die Pfeile zeigen die Lage des Aufschlusses).

N = Norden.

SR = mit dem Kompaß bestimmte Schüttungsrichtung im OS (vgl. HAAS, 1980).

* = Gitterpunkte mit maximaler Belegdichte (Belegdichte mindestens 90 ‰ von derjenigen des größten Maximums).

4. 4. 2. Gerölleinregelung im HoS

Die Geröll-a-Achsen sind im Aufschluß südlich von Hoisberg großteils in N-S-Richtung eingeregelt (vgl. Abb. 11 und Tab. 18, größte Maxima der Korneinregelung). Senkrecht dazu zeichnet sich eine schwächere bevorzugte Lage ab.

Die c-Achsen tauchen vorwiegend in NE-Richtung ab. Die größten Geröllquerschnitte sind also leicht nach SW geneigt. Nach SCHAUERTE (1962, S. 35, Abb. 5) streicht die Hoisberger Rinne in N-S- bis NE-SW-Richtung. Die längsten Geröllachsen sind dann quer - Transportlage - oder parallel - Sedimentationslage - zum Rinnenverlauf ausgerichtet, und die größten Geröllquerschnitte liegen in Längsrichtung der Rinne und tauchen mit ihr in westlicher Richtung ab (vgl. SCHAUERTE, 1962, S. 108).

Rinnenverlauf und Ausrichtung der Gerölle stimmen also gut überein.

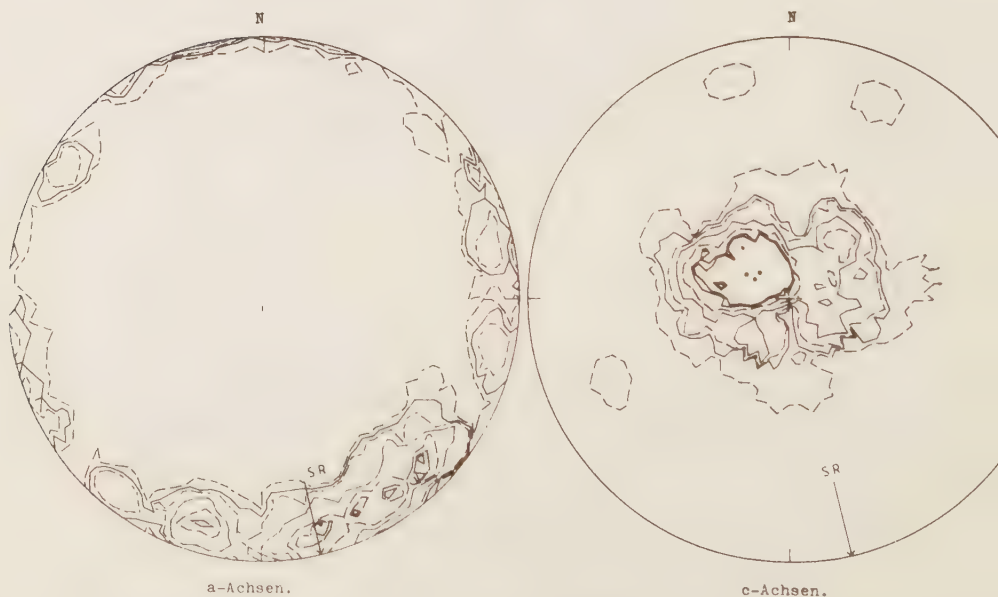


Abb. 10. Straß, 100 mit dem Kompaß eingemessene Gerölle
(Legende vgl. Tab. 3).

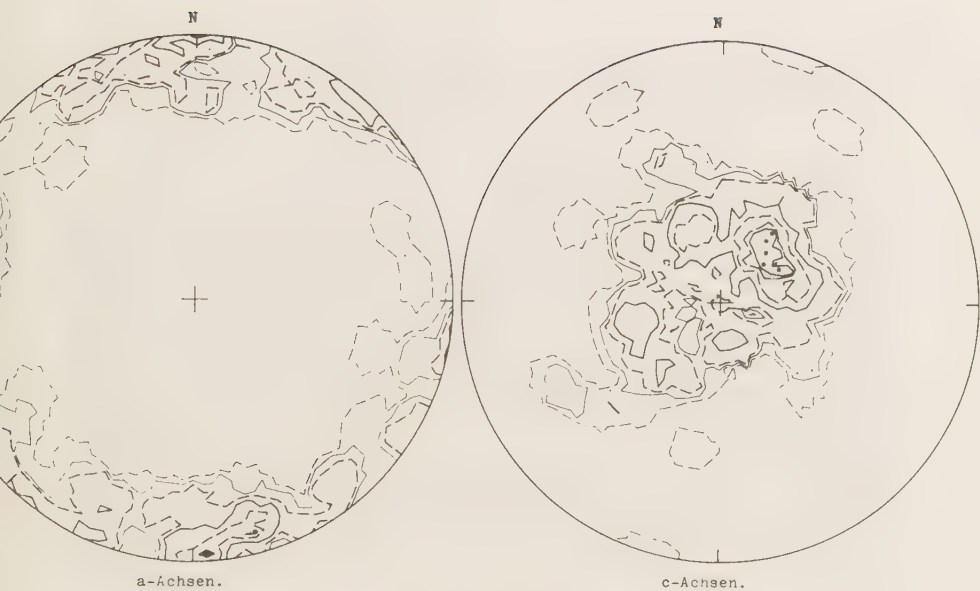


Abb. 11. Südlich von Hoisberg, 102 mit dem Kompaß eingemessene Gerölle
(Legende vgl. Tab. 3).

5. Sedimentpetrographische Untersuchungen

5. 1. Korngrößenanalysen und Geröllspektren

5. 1. 1. Methodik

5. 1. 1. 1. Maximale Korngröße

Die maximale Korngröße wurde durch Ausmessen der größten Gerölle im Aufschluß bestimmt. Diese findet man vorwiegend am Fuß der Halde, die sich am Grund der Kiesgrubenwand bildet. Allerdings müssen bei dieser Entnahmeweise, bei der man die Gerölle nicht direkt dem Anstehenden entnimmt, Verfälschungen (Lehmüberdeckungen, anthropogene Deponierungen etc.) ausgeschlossen sein. Dies war bei den großen Kiesgruben im OS nicht immer zweifelsfrei möglich. In solchen Fällen wurden die Gerölle direkt der Aufschlußwand entnommen.

Pro Kiesgrube bzw. Untersuchungshorizont wurden 20 größte Gerölle ausgewählt, a-, b- und c-Achsen bestimmt und jeweils der K-Wert berechnet. Dieser ist die Kubikwurzel des Produkts aus a-, b- und c-Achsen in der Einheit cm (vgl. WENTWORTH, 1922, S. 377 ff.; FAKHRAI, 1972; SCHWARZ, 1980 u. a.):

$$K\text{-Wert} = \sqrt[3]{a \cdot b \cdot c} \quad (\text{cm}).$$

Der größte K-Wert ist der sog. Kmax-Wert; als Km-Wert bezeichnet man das arithmetische Mittel der zehn größten K-Werte. Zusätzlich wurde das Verhältnis von Kmax zu Km bestimmt.

5. 1. 1. 2. Siebanalyse

Grundlage für die vorliegenden Siebanalysen ist die Norm DIN 18.123 (1971). Die Probenmengen bei geschätztem Größtkorn kleiner 2 mm und größer 60 mm wurden nach MÜLLER (1964, S. 35) vorgenommen.

Um die vom Gelände ins Labor zu transportierenden Sedimentmengen gering zu halten, siebt und wiegt man den Anteil größer 20 mm im Gelände (Trockensiebung des bergfrischen Materials). Der Wassergehalt spielt bei diesen groben Korngrößen keine Rolle. Den Siebdurchgang viertelt man auf die nunmehr noch erforderliche Menge (2 kg) herunter und verarbeitet ihn im Labor in der Siebmaschine weiter: Die Probe wird getrocknet und die Anteile größer 2 mm trocken gesiebt. Den Siebdurchgang (kleiner 2 mm) teilt man so lange, bis die jetzt vorgeschriebene Menge (150 g) erreicht ist. Diese siebt man naß.

Bei der Beschreibung des Sortierungsgrades ($S_o = \sqrt[3]{Q_3/Q_1}$) wurde auf die von FÜCHTBAUER (1959, S. 607, Tafel 1) vorgeschlagene Einteilung zurückgegriffen: Sortierung bis 1,23 sehr gut, bis 1,41 gut, bis 1,74 mittelmäßig, bis 2,00 schlecht und größer 2,00 sehr schlecht.

5. 1. 1. 3. Schlämmanalyse

Die Verteilung der Körner kleiner 0,063 mm wurde nach der Aräometermethode bestimmt. Grundlage war wieder (vgl. 5. 1. 1. 2.) die DIN 18.123 (1971).

Allerdings wurde in jedem Fall der Anteil größer 0,063 mm vor der Schlämmanalyse abgesiebt. Auf diese Weise erhält man am Abszissenpunkt 0,063 mm der Kornverteilungskurve zwei Ordinatenwerte, welche die Abweichung von Sieb- und Schlämmanalyse anzeigen. Dieser methodische Fehler ist selten größer als 5 % (vgl. SCHULZE & MUHS, 1967, S. 362).

Die mit einem Dispergierungsmittel und destilliertem Wasser versetzte Probenmenge für den Versuch wurde nicht in einem Rührwerk (vgl. DIN 18.123, 1971, S. 5) vorbehandelt. Sie wurde stattdessen in eine Weithalsflasche abgefüllt und mindestens zwei Stunden in einer Schüttelmaschine aufbereitet. Außerdem verwendete der Autor abweichend zur DIN 18.123 (1971) ein vereinfachtes Nomogramm nach LORENZ (vgl. SCHULZE & MUHS, 1967, S. 356) zur Ermittlung des Korndurchmessers. Dieses geht von einer konstanten Dichte der Teilchen von 2,65 g/cm³ aus. Eine zusätzliche Bestimmung der Dichte entfällt damit. Diese Vereinfachung ist sicherlich kaum von Bedeutung für das Ergebnis, da das Sediment überwiegend aus Quarz besteht und das Aräometerverfahren sowieso nur eine relativ ungenaue Methode zur Bestimmung der Kornverteilung ist (vgl. HEROLD, 1970, S. 27 ff.).

5. 1. 1. 4. Geröllspektrum

Die Gerölle wurden in vier Gesteinsklassen unterteilt (vgl. STIEFEL, 1957, S. 236):

- Karbonate,
- verwitterungsempfindliche (vorwiegend feldspathaltige) Kristallingesteine,
- verwitterungsbeständige (überwiegend kieselige) Sedimente und Metamorphite und
- Quarze.

Eine genaue Beschreibung dieser einzelnen Klassen zeigt Tab. 4.

Diese vier Geröllklassen, gewonnen aus kiesigen, für die Siebanalyse bestimmten Proben, zählte der Verfasser i. allg. in drei Korngrößenintervallen aus, u. zw. im Grobkies- (größer 20 mm), im Mittelkies- (6,3 - 20 mm) und im Feinkiesbereich (2 - 6,3 mm). Die Auszählung des Grobkieses nahm der Autor im Gelände, im Anschluß an die Siebung (vgl. 5. 1. 1. 2.), vor. Die Mittel- und Feinkiesfraktion zählte der Autor im Labor aus. Pro Korngrößenintervall nahm er hierfür mindestens 100 Körner, gewonnen durch Teilung aus den einzelnen Siebrückständen. Zusätzlich sortierte der Autor die Kieskörner in Splitter, zerbrochene Gerölle und vollständige Gerölle.

Bei der Auszählung wurden die löcherigen Quarze aufgrund ihres Verwitterungsgrades weiter unterteilt. Stark zerfres-

sene Quarze, die sicherlich ursprünglich viel verwitterungs-empfindliches Material enthielten, rechnete der Autor zu den verwitterungsempfindlichen Gesteinen und mäßig löcherige Quarze zu den verwitterungsbeständigen. Es wurde also versucht, das Gestein in seine Ursprungszusammensetzung einzustufen. Nur nahezu nicht angewitterte Quarze zählte der Autor zur Gruppe der Quarze.

Tab. 4. Erläuterung zum Geröllspektrum des OS.

Karbonate:

- alle Gerölle (auch dolomitische), die bei einer Behandlung mit HCl mit einer, wenn auch schwachen, Gasentwicklung reagieren;
- dunkle, leicht kieselige Muschelkalke (OS, HoS);
- bunte, an der Oberfläche rauhe oder stark zerfressene, flaserig verwachsene Kieselkalke mit meist geringem Anteil der kalkigen Partien am Gesamtgeröll (OS);
- orangebraune bis weiße, stark bröckelige, mit HCl heftig reagierende Kalke (HoS).

Verwitterungsempfindliche Gesteine:

- Kristallingesteine mit wenig Quarz und viel Feldspat und anderen Mineralien, d. h. die Feldspate sind gut erkennbar (z. B. grobkörnige Granite oder Gneise);
- äußerst stark zerfressene Quarze;
- zwischen den Fingern leicht zerbrechbare oder grusig verwitterte Gerölle (z. B. bröckelige Grüngesteine oder Phyllite, stark splitterige Flyschgesteine und Schluffgerölle);

Verwitterungsbeständige Gesteine:

- Kristallingesteine mit viel Quarz und wenig Feldspat und anderen Mineralien, d. h. die Feldspate sind kaum erkennbar (z. B. kieselige Metamorphite);
- löcherige Quarze;
- dunkle Quarzite (z. B. Graphitquarzit);
- Hornsteine, Radiolarite;
- kieselige Klastite (z. B. harte, kieselige Flyschgesteine, Buntsandsteine);

Quarze:

- reiner Quarz, mehr als 95 % geschätzter SiO_2 -Gehalt;
- helle Quarzite.

5. 1. 2. Korngrößenanalysen und Geröllspektren im OS

5. 1. 2. 1. Verteilung der größten Gerölle im OS

5. 1. 2. 1. 1. Allgemeines

Bei der Betrachtung der Liste von K_{max} , K_m und dem Verhältnis beider zueinander (K_{max} / K_m) fällt auf, daß sich K_{max} und K_m kaum unterscheiden (Tab. 5 und 6).

Dies äußert sich im K_{max}/K_m -Wert. Er schwankt nur zwischen 1,04 und 1,26. Da alle Kiesgruben im OS gut bis sehr gut aufgeschlossen sind, können nach HINTERMAIER (1978) nur Werte nahe 1 auftreten.

5. 1. 2. 1. 2. Vertikale Verteilung der größten OS-Gerölle

Der OS wird oft in mehreren, übereinander liegenden Terrassen abgebaut. Darum kann man gut aus verschieden hoch liegenden, sich gegenseitig nicht beeinflussenden Geröllhalden die vertikale Verteilung der K_{max} - und K_m -Werte (vgl. 5. 1. 1. 1.) im Aufschluß bestimmen. Tab. 5 zeigt dies:

Die K_{max} - und K_m -Werte der Kiesgruben Aldersbach, Karglöd, Hierling, Ortenburg und Dirnberg nehmen vom Liegenden zum Hangenden kontinuierlich zu. In den Aufschlüssen Aldersbach, Ortenburg und Dirnberg kann man wegen unterschiedlicher Schichteinfallsrichtungen mehrere Schottereinheiten (vgl. HAAS, 1980) unterscheiden; Karglöd und Hierling sind einheitlich schräg geschichtet. Bei Dirnberg sieht man zusätzlich, daß die Korngrößen in den oberen Partien von SE nach NW (Entfernung der Entnahmehalden ca. 500 m) zunehmen (vgl. Abb. 15 oben und 5. 1. 2. 2. 2.).

Im Aufschluß Kemating, der aus verschiedenen Einheiten aufgebaut ist, sind die K -Werte der gesamten Kiesgrube größer als die, die aus den unteren 10 m der aufgeschlossenen Wand stammen. Eine Kornvergrößerung zum Hangenden ist so auch hier erkennbar.

Beim Hechberger kann man drei Einheiten unterscheiden: von 400 bis 405 NN eine feinkörnige, von 405 bis 425 NN eine grobkörnige und von 425 bis 430 NN wieder eine feinkörnige Einheit. Da die Halde am Grubengrund (vgl. Tab. 5), aus der die K -Werte von 400 NN bestimmt wurden, noch von der grobkörnigen, mittleren Einheit beeinflusst wird, geht in der vertikalen Verteilung der K -Werte unter, daß die Schotterschüttung mit kleinen Korngrößen einsetzt. Die größten Gerölle stammen also hier aus einer Einheit, die sich in einem mittleren Niveau innerhalb der OS-Mächtigkeit befindet. Diese wird zum Hangenden hin von einer feinerkörnigen Einheit abgelöst, die bereits den Übergang zu den FD einleitet.

Tab. 5. Verteilung der größten Gerölle innerhalb der OS-Machtfläche.

	Kmax (cm)	Km (cm)	Kmax/Km
I Aldersbach (N-Teil)/oben/10 m unter PD	10,7	9,1	1,11
/mitte/20 m " "	8,9	7,9	1,13
/unten/25 m " "	8,4	7,7	1,09
III Dirnberg (NW-Teil)/obere Partien	15,4	12,9	1,11
(SP-Teil)/10 m unter PD	15,0	12,4	1,21
" " 20 m " "	11,9	10,8	1,10
- Hechberger/Übergang zu PD/425 NN	5,4	4,3	1,26
410 NN	9,3	8,4	1,11
400 NN	10,3	8,7	1,18
VI Hierling/ 15 m unter PD	12,3	10,5	1,17
30 m " "	11,1	9,7	1,14
40 m " "	10,5	9,0	1,17
VIII Karglöd/ 10 m unter PD	9,5	8,5	1,09
20 m " "	9,1	7,6	1,20
25 m " "	7,4	6,6	1,09
35 m " "	6,2	5,7	1,05
IX Kemating/ gesamt	10,4	10,0	1,04
Sohle (untere 10 m d. Wand)	8,3	7,5	1,11
XIV Ortenburg/ 5 m unter PD	8,5	8,0	1,06
25 m " "	8,1	7,1	1,14

Die Höhenangaben beziehen sich auf Terrassenniveaus.

Römische Zahlen = Aufschlußnummern in den Abb.12 und 13.

Tab. 6. K-Werte im OS.

	Kmax (cm)	Km (cm)	Kmax/ Km	
I Aldersbach, S-Teil	(OS)	10,1	9,1	1,11
II Blindham, ENE-Wand	(OS)	12,2	10,4	1,17
II Blindham, WSW-Wand	(OS)	9,4	7,5	1,25
IV Elexenbach	(OS)	13,5	12,3	1,10
V Haufenberg	(OS)	12,2	10,7	1,14
VII Hinding	(OS)	7,2	6,5	1,11
X Kiessing	(OS)	8,1	7,0	1,16
XI Kollmenzing	(OS)	11,0	10,1	1,09
XII Kugler	(OS)	10,2	8,3	1,23
XIII Maierhof	(OS)	13,2	11,8	1,12
XV Schwarzmair	(OS)	12,4	11,2	1,11
XVI Straß, größte Schicht	(OS)	10,3	8,9	1,16
XVII Holsberg	(Hos)	5,5	4,7	1,23
XVIII Walding	(TS)	14,1	12,8	1,10

Römische Zahlen = Aufschlüsse in Abb.12 und 13.

5. 1. 2. 1. 3. Regionale Verteilung der größten OS-Gerölle

Auf Blatt Pleinting nehmen Kmax- und Km-Werte nach W, auf Blatt Aidenbach nach SW ab (vgl. Abb. 12).

Auf Blatt Ortenburg verteilen sich die kleineren K-Werte halbkreisförmig um einen zentralen Wert bei Elexenbach. Dieser ist zugleich (mit Kmax = 13,5; Km = 12,3 cm) der größte auf Blatt Ortenburg. Nach W, S und E werden die K-Werte kleiner.

Der allergrößte Wert (Kmax = 15,4; Km = 13,9) findet sich bei Dirnberg auf Blatt Pleinting. Dies besagt aber nicht viel, da sich die größten Gerölle in den hangenden Teilen des OS (vgl. 5. 1. 2. 1. 2.) in einzelnen, geringmächtigen Lagen konzentrieren, die nicht immer aufgeschlossen sind. Bei Dirnberg ist diese grobkörnige Lage zufällig sehr mächtig (einige m) und sehr gut freigelegt. Da sie stellenweise sehr fest verbacken ist, wird sie kaum abgebaut und bildet z. T. freistehende Härtlinge. In den anderen Kiesgruben werden die grobkörnigen Lagen allmählich in den Abbau miteinbezogen, so daß sie auf einer Geröllhalde nicht so stark hervortreten. Außerdem werden im W des Untersuchungsgebietes (Kiesgruben Dirnberg, Maierhof und Schwarzmair) bevorzugt die hangenden, gröberkörnigen Partien des OS angeschnitten, da der Deltaschotterstrang nach W abtaucht. Dies muß sich ebenfalls in größeren K-Werten äußern.

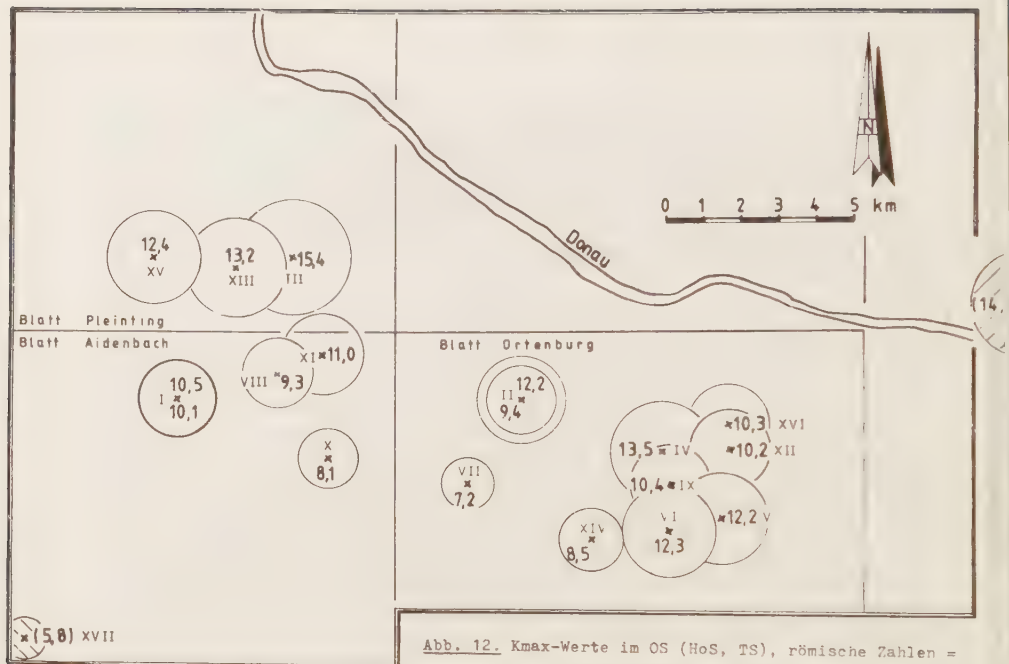


Abb. 12. Kmax-Werte im OS (HoS, TS), römische Zahlen =
= Aufschlußnummern von Tab. 5 und 6.

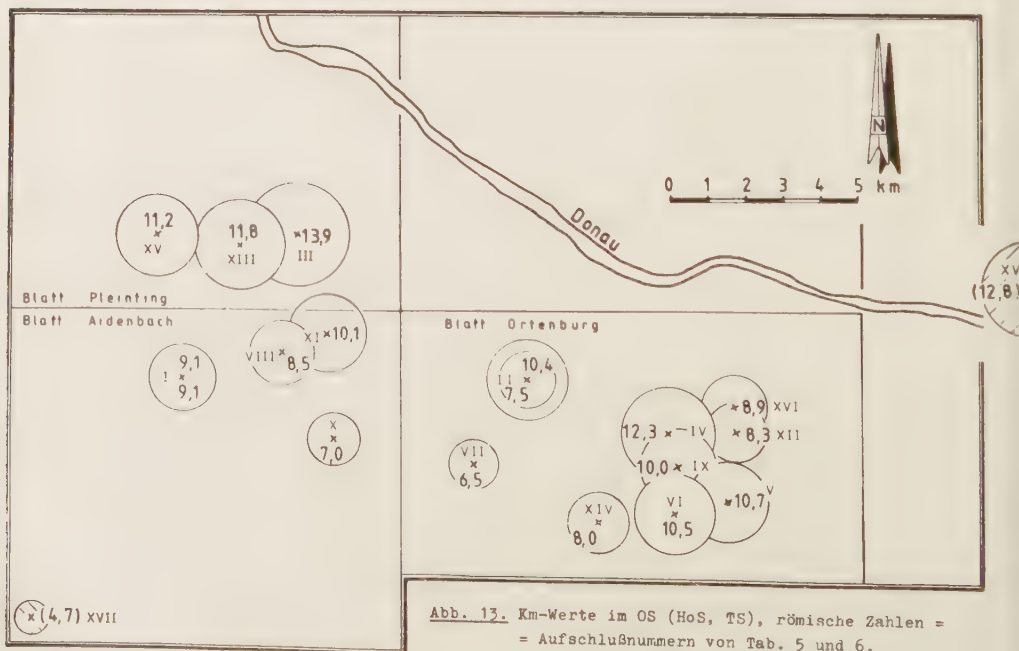


Abb. 13. Km-Werte im OS (HoS, TS), römische Zahlen =
= Aufschlußnummern von Tab. 5 und 6.

5. 1. 2. 2. Siebanalysen im OS

5. 1. 2. 2. 1. Einführung

Abb. 14 mit Abb. 20 zeigen die Kornsummenkurven des OS in der Darstellungsweise nach DIN 18.123 (1971, S. 8):

Rechts sind die Körnungslinien, links Säulendiagramme des Geröllspektrums (vgl. 5. 1. 2. 3.).

Die Kornsummenkurven im OS sind bis auf die besonders grobkörnigen (Abb. 19, unten, Schwarzmair g) und die besonders feinkörnigen Proben (Abb. 17, oben, Karglöd m) stark bimodal, d. h. die Kornverteilung schwankt um zwei Maxima. Das Sediment besteht aus einer Mischung von grobkörnigen Gerölln und feinkörnigem Sandzwischenmittel, das die Geröllzwickele ausfüllt.

Die guten Aufschlußverhältnisse (Gesamtkiesgrubenhöhen bis zu 50 m) rechtfertigten eine intensive Probennahme. So wurden bis auf zwei Ausnahmen (Drittenthal, Schöllnöd) pro Kiesgrube mehrere Proben in verschiedenen Bereichen genommen. Hierzu wurden vertikale Schlitzte innerhalb gleicher Einheiten gezogen, u. zw. entweder von ca. 1 m Länge oder - wenn es möglich war, eine ganze Einheit zu erfassen - über deren Gesamtmächtigkeit. Der zweite Fall trat allerdings selten auf, da die Einheiten oft sehr mächtig und daher in den oberen Partien nicht immer zugänglich sind.

Meistens bearbeitete der Verfasser zwei Siebanalysen, die mind. 15 m (der Abstand ist jeweils in den Abb. 14 mit 20 angegeben) in der Vertikalen auseinanderliegen, im Horizontalabstand aber kaum differieren (bei Dirnberg, Karglöd und Schwarzmair nahm der Autor ausnahmsweise drei Proben). Die Siebungen im OS waren also vorwiegend daraufhin angelegt, die Änderung der Korngrößen vom Liegenden zum Hangenden zu bestimmen. Außerdem zählte der Verfasser im Untersuchungsreich jeweils die Einheiten ab (Vermerk bei den Abb. 14 mit 20).

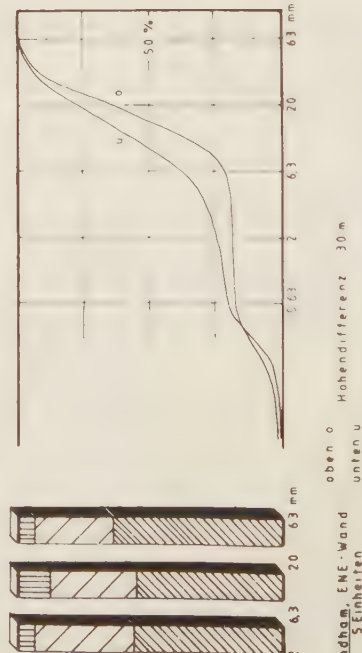
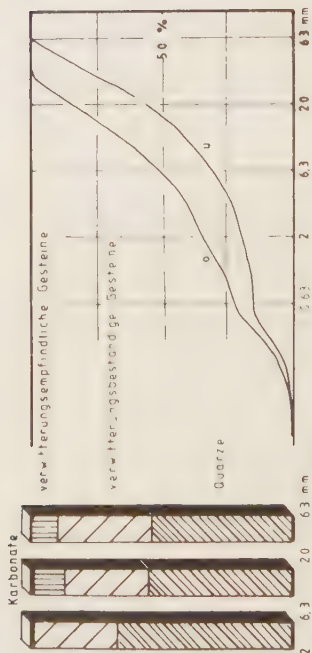


Abb. 14. OS

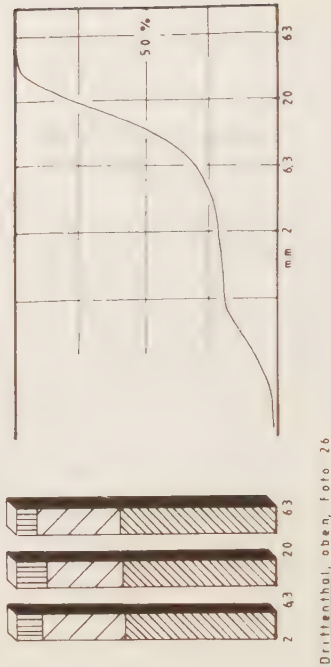
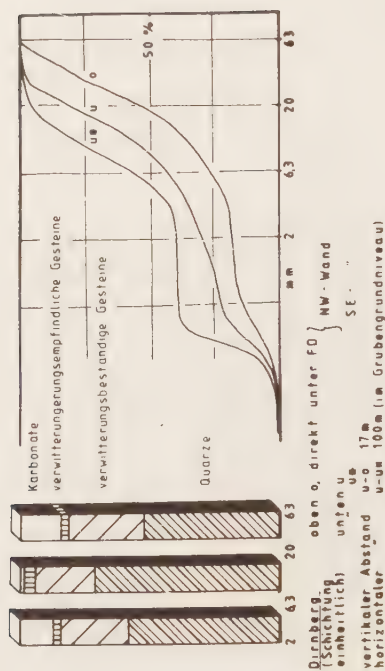


Abb. 15. OS

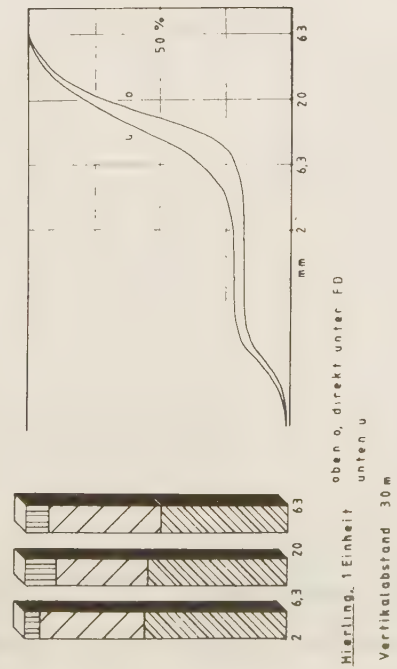
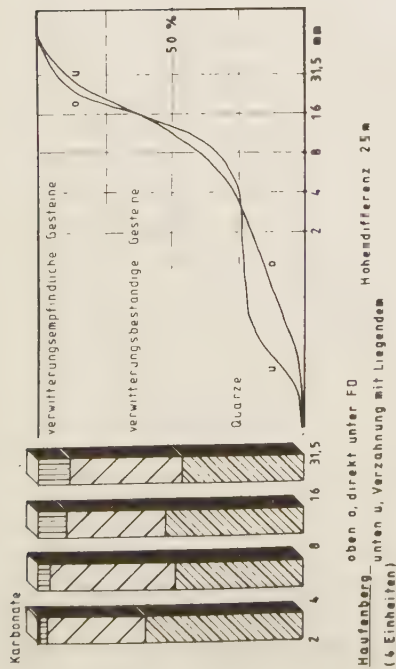


Abb 16 OS

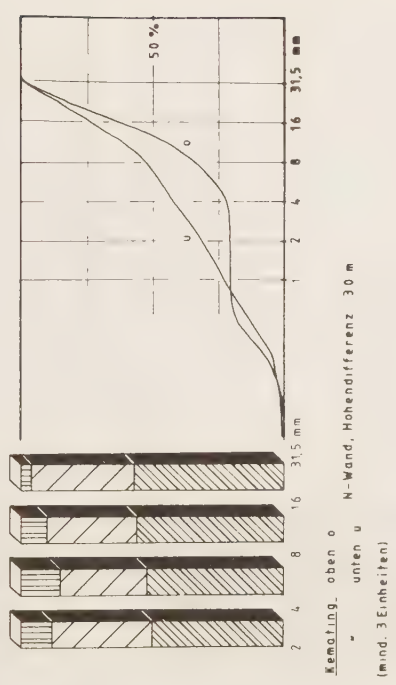
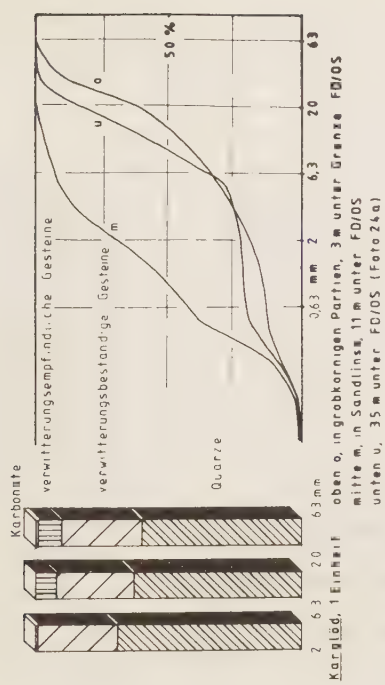
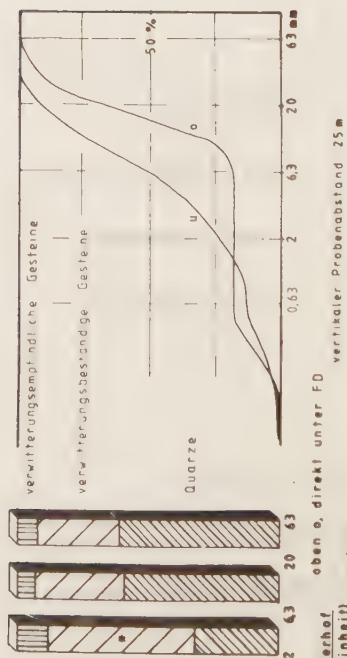


Abb 17 OS



* viele stark verwitterte Quarze

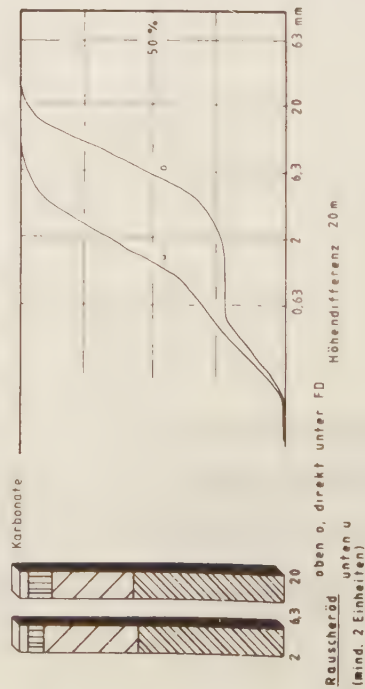
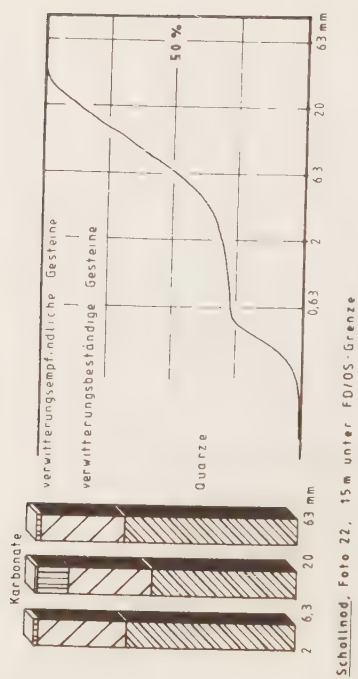


Abb. 18. OS



1
56

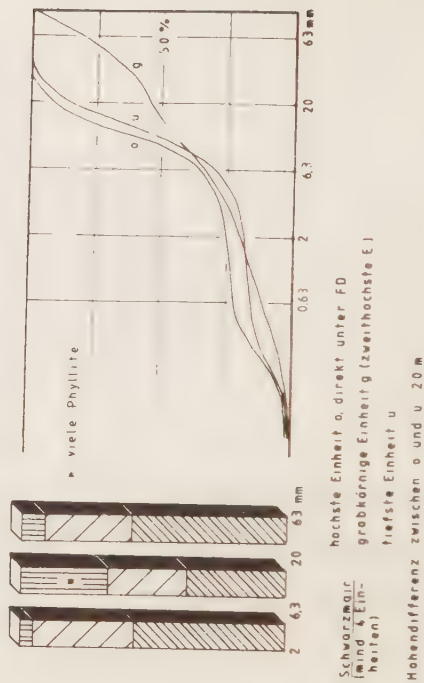


Abb. 19. OS

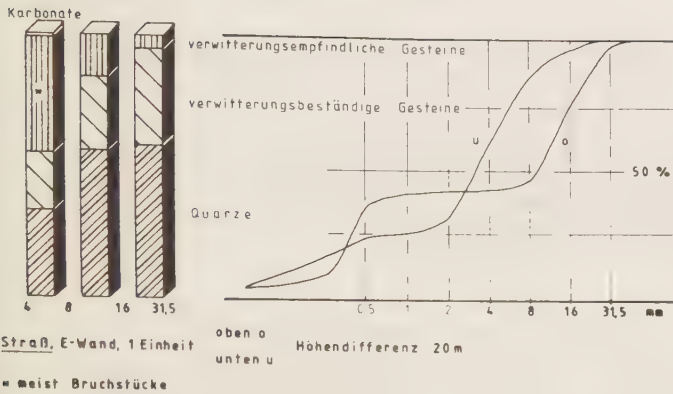


Abb. 20. 05

5. 1. 2. 2. Einzeldiagramme

In der Kiesgrube Aldersbach kann man im S-Teil, an der Wand, die sich im E befindet, drei Einheiten unterscheiden (vgl. Abb. 14, oben). Die Kornsummenkurve der unteren Lagen (u) liegt rechts vor der der oberen Lagen (o). Die höhere Probe wurde direkt unter den FD genommen. U beinhaltet also größere Korngrößen als o. Diese nehmen vom Liegenden zum Hangenden auf 20 m Vertikalabstand ab.

Bei Blindham (vgl. Abb. 14, unten) ist es wie bei den meisten anderen Aufschlüssen umgekehrt. In Blindham kann man in der ENE-Wand fünf Einheiten unterscheiden. Die Probeentnahmepunkte liegen in einem Abstand von 30 m übereinander.

Abb 15:

Dirnberg (NW-Wand mit einheitlicher Schichtung) zeigt eine Zunahme der Korngrößen zum Hangenden hin (Kurven u und o). Außerdem wird der Schotter im Grubengrundniveau von NW nach SE feiner (Kurve u und u*). Die größten Gerölle (vgl. 5. 1. 2. 1. 2.) zeigen die gleiche Tendenz.

Abb. 16:

In Haufenberg (vier Einheiten, hangende Probe o direkt unter FD, liegende Probe u aus tiefsten Partien, die gleichhoch mit unteren fein- bis mittelsandigen Übergangsschichten zur OMM liegen, Höhendifferenz o - u: 25 m) sind o und u im Kiesbereich ähnlich verteilt. Das sandige Zwischenmittel ist jedoch bei o grobkörniger als bei u.

Bei Hierling (eine Einheit, vertikaler Abstand von o (Probe) direkt unter FD) und u (30 m) haben o und u gemeinsame Endpunkte, aber o ist stärker zu größeren Korngrößen hin ausgebaut.

Abb. 17, 18 und 20 (Karglöd, Kemating, Maierhof, Rauscheröd und Straß):

Die Körnungslinien o (oben) liegen in ihrer Gesamtlänge zum größten Teil rechts vor den Körnungslinien u (unten). Nähere Angaben zur Probenahme kann man den einzelnen Abbildungen entnehmen.

Abb. 19, unten:

In der Kiesgrube Schwarzmaier haben der höchste Entnahmepunkt o (direkt unter FD) und der tiefste u (am Grubengrund) eine ungefähr gleiche Kornsummenkurve. Die größten Gerölle konzentrieren sich in einer grobkörnigen Schicht, die unter o im oberen Drittel der Aufschlußwand folgt (vgl. 5. 1. 2. 2. 2. 3.).

5. 1. 2. 2. 3. Folgerung aus den Einzeldiagrammen

Zeichnet man die in 5. 1. 2. 2. 2. beschriebenen einzelnen Körnungslinien in einem Sammelkörnungsdiagramm getrennt nach liegenden und hangenden OS-Schichten zusammen, so ergibt sich das in Abb. 21 dargestellte Bild. Für das obere Drittel des OS wurden 14 und für das untere 12 Siebanalysen angefertigt.

Es fällt folgendes auf: Die rechten Endpunkte der Körnungslinien des unteren Drittels sind leicht nach links (zu feineren Korngrößen) hin, diejenigen des oberen Drittels leicht nach rechts (zu gröberen Korngrößen) hin verschoben. Außerdem ist die Bimodalität der letzteren etwas stärker ausgeprägt. Die Körnungslinien des oberen Drittels der Gesamtmächtigkeit des OS sind zu gröberen Korngrößen hin spitzwinkliger ausgebaucht als die des unteren Drittels.

Tab. 7 listet folgende Kennwerte der Körnungslinien im OS, wieder getrennt nach hangenden und liegenden Teilen auf:

Quartilwerte:

Q1: Korngröße bei 25 % der Kornsummenlinie in mm,
Medianwert:

Q3: Korngröße bei 75 % der Kornsummenlinie in mm,

Sortierung nach TRASK:

$S_o = \sqrt{Q_3 / Q_1}$,

Schiefe nach TRASK:

$S_k = Q_1 Q_3 / Q_2 Q_2$.

Die arithmetischen Mittelwerte von Q1, Q2 und Q3 zeigen eine deutliche Abhängigkeit von der Höhenlage im OS: Die des oberen Drittels (Q1 = 4,10/ Q2 = 11,9/ Q3 = 22,1) sind größer als die des unteren Drittels (Q1 = 2,40/ Q2 = 8,4/ Q3 = 15,6).

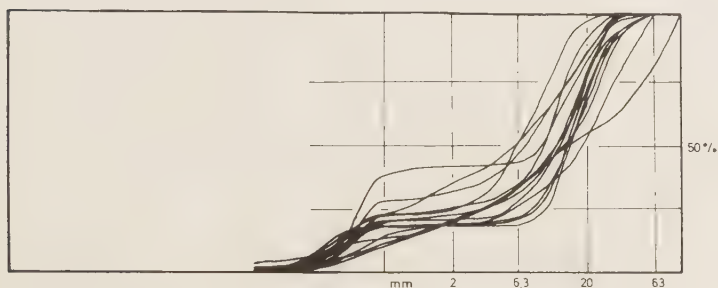
Die arithmetischen Mittelwerte von So und Sk im oberen und im unteren Drittel unterscheiden sich kaum:

oben : So = 3,0/ Sk = 0,55;

unten: So = 2,9/ Sk = 0,51.

So schwankt im OS zwischen 1,5 und 6,4; Sk zwischen 0,07 und 0,94.

Sortierungen kleiner 1,9 im unteren und kleiner 1,5 im oberen Drittel treten nicht auf. Nach der Nomenklatur von FÜCHTBAUER (1959) ist der OS im unteren Drittel schlecht bis sehr schlecht sortiert, im oberen mittelmäßig bis sehr schlecht. Ein Sk-Wert von 1 entspricht einer symmetrischen Kurve. Im OS sind sämtliche Sk-Werte kleiner 1, d. h. es überwiegen feinere Kornfraktionen.



Oberes Drittel.



Unteres Drittel.

Abb. 21. Sammelkörnungsdiagramme des OS.

Tab. 7. Quartilwerte (Q_1 , Q_3), Medianwert (Q_2), Sortierung nach TRASK (So) und Schiefe nach TRACK (Sk) der OS-Kornsummenkurven.

Im oberen Drittel der Gesamtmächtigkeit

Aufschluß	Q_1 [mm]	Q_2 [mm]	Q_3 [mm]	So	Sk
Aldersbach	0,955	6,17	15,1	4,0	0,58
Blindham	8,13	15,1	24,0	1,7	0,86
Dirnberg	5,75	19,1	32,4	2,4	0,51
Drittenthal (Photo 26)	3,63	12,0	19,1	2,3	0,48
Haufenberg	3,47	11,5	19,1	2,3	0,51
Hierling	8,51	14,1	21,9	1,6	0,94
Karglöd	3,47	13,8	25,7	2,7	0,47
Kemating	5,01	12,6	20,0	2,0	0,63
Maierhof	10,0	15,5	22,4	1,5	0,93
Rauscheröd	2,19	6,03	10,5	2,2	0,63
Schöllnöd (Photo 22)	0,457	6,92	14,5	5,6	0,14
Schwarzmaier grobe Einheit	3,47	15,1	55,0	4,0	0,84
Schwarzmaier höchste "	2,00	9,55	13,8	2,6	0,30
Straß	0,360	9,12	15,8	6,4	0,07
arithmetischer Mittelwert	4,10	11,9	22,1	3,0	0,55

Im unteren Drittel der Gesamtmächtigkeit

Aufschluß	Q_1	Q_2	Q_3	So	Sk
Aldersbach	4,17	16,6	33,1	2,8	0,50
Blindham	2,24	9,12	18,6	2,9	0,50
Dirnberg u*	0,331	5,25	10,0	5,5	0,12
Dirnberg u	1,15	8,91	18,2	4,0	0,26
Haufenberg	4,37	13,2	20,9	2,2	0,52
Hierling	3,80	10,0	18,2	2,2	0,69
Karglöd (Photo 24 a)	3,31	9,55	17,0	2,3	0,62
Kemating	1,23	6,92	16,6	3,7	0,43
Maierhof	2,19	6,03	11,2	2,3	0,67
Rauscheröd	0,437	1,29	2,40	2,3	0,63
Schwarzmaier	4,79	11,0	17,4	1,9	0,69
Straß	0,832	3,24	5,75	2,6	0,46
arithmetischer Mittelwert	2,40	8,4	15,8	2,9	0,51

5. 1. 2. 3. Geröllspektren

In den Abb. 14 mit 20 ist jeweils in der linken Diagrammhälfte der Anteil der vier Gesteinsklassen (von unten nach oben) Quarze, verwitterungsbeständige Gesteine, verwitterungsempfindliche Gesteine, Karbonate in Säulendiagrammen dargestellt. Die Höhe der Säule entspricht 100 %, die Anzahl der Säulen den ausgezählten Korngrößenintervallen. Deren Endpunkte sind angegeben. Die Säulen links entsprechen kleinen Kornfraktionen, die auf der rechten Seite großen.

Die Auszählung nahm der Autor stets an der grobkörnigsten Probe der jeweiligen Kiesgrube vor. Reichte die in der DIN 18.123 (1971, S. 2) vorgeschriebene Ausgangsmenge für die Siebung nicht für eine Auszählung (mindestens 100 Gerölle) in einer grobkörnigen Fraktion aus, so wurde diese als nicht repräsentativ für das Sediment erachtet und weggelassen.

Anmerkungen zum Ergebnis:

- Einige Gerölltypen, die manchmal gehäuft auftreten, z. B. verwitterte Quarze bei Maierhof oder Phyllite bei Schwarzmaier, können das Auszählungsergebnis etwas verfälschen.
- Die Auszählungen im Feinkiesbereich (2 - 6,3 mm) sind skeptisch zu betrachten, da wegen der Kleinheit der Körner oft keine gesicherte Einordnung möglich ist.
- Da die Untersuchung jedesmal nur am grobkörnigsten Probehorizont vorgenommen wurde, bleiben andere Schichteinheiten unberücksichtigt. So ergibt sich für Maierhof (Abb. 18, oben), daß die grobkörnige Probe karbonatfrei ist, obwohl auf der Geröllhalde dieses Aufschlusses viele Karbonate zu finden sind.
- Der Anteil der Karbonatgerölle ist - wenn überhaupt vorhanden - in den einzelnen Auszählungsintervallen stark vertreten. Tendenzen, in welchem Intervall sich die Karbonate bevorzugt finden, kann man bei nur zwei karbonatführenden Proben nicht aufzeigen.
- Charakteristisch für den OS sind bunte, an der Oberfläche rauhe oder stark zerfressene, flaserig verwachsene Kieselkalke mit meist geringem Anteil der karbonatischen Partien am Gesamtgeröll.

Um von regionalen Besonderheiten etwas unabhängiger zu werden, faßte der Autor neun grobkörnige Lagen aus verschiedenen Kiesgruben zusammen. Abb. 22 stellt dies dar. Man sieht sofort, daß in den einzelnen Auszählungsintervallen keine großen Unterschiede bestehen. Quarz- (56 - 57 %) und Karbonatgehalt (1 - 2 %) sind sehr konstant. Allerdings haben die Karbonate, wenn sie auftreten, viel höhere Anteile, bei Dirnberg z. B. bis zu 25 %.

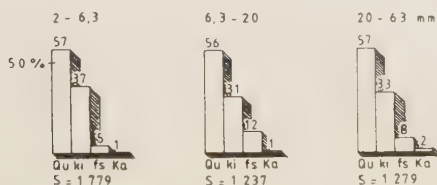


Abb. 22. Geröllspektrum des OS.

Zusammenfassung von neun grobkörnigen Lagen aus verschiedenen Kiesgruben (Aldersbach, Blindham, Dirnberg, Drittenthal, Hierling, Karglöd, Maierhof, Schöllnöd, Schwarzmaier).

Angaben in Prozent, S = Summe der ausgezählten Gerölle.

Aufteilung in drei Korngrößenintervalle (fg, mg, gg) und in vier Gesteinsklassen (Qu = Quarze, ki = verwitterungsbeständige Gesteine, fs = verwitterungsempfindliche Gesteine, Ka = Karbonate).

In den Intervallen mit größeren Korngrößen (6,3 - 20 und 20 - 63 mm) sind die Anteile der verwitterungsbeständigen (31 - 33 %) und der verwitterungsempfindlichen Gesteine (8 - 12 %) ziemlich gleich. Nur im Intervall 2 - 6,3 mm treten die verwitterungsempfindlichen Gesteine (5 %) zugunsten der verwitterungsbeständigen (37 %) zurück. Dies mag daran liegen, daß die verwitterungsempfindlichen, meist feldspathaltigen Gesteine mit abnehmender Korngröße beim Sieben, weil die Feldspäte angewittert sind, mehr aufgearbeitet werden, und man die verbleibenden Bruchstücke eher zu den verwitterungsbeständigen, meist kieselligen Gesteinen rechnet. Da beim Sieben oder bei Verwitterungs- oder Abrollungsvorgängen ein Geröll zerbrochen oder in Splitter zerlegt werden kann, entschloß der Verfasser sich, die Körner zusätzlich in drei Gruppen (vollständiges Geröll, zerbrochenes Geröll, Splitter ohne Rundung) aufzugliedern. Abb. 23 zeigt das Ergebnis:

Quarze, verwitterungsbeständige und verwitterungsempfindliche Gesteine weisen in den einzelnen Auszählungsintervallen ein ähnliches Verhalten auf. Im Bereich von 20 bis 63 mm erscheinen 99 % der Quarze, 94 % der verwitterungsbeständigen und 89 % der verwitterungsempfindlichen Gesteine als ganze Gerölle. Umso weniger Quarz die Gesteine hier enthalten, desto eher zerbrechen sie. Ein ähnliches Bild ergibt sich für die Korngrößen von 6,3 bis 20 mm. Im Intervall 2 bis 6,3 mm kehren sich die Verhältnisse fast um: Der Quarz neigt eher zur Splitterbildung (51 %) als die verwitterungsbeständigen (46 %) und verwitterungsempfindlichen Gesteine (48 %). Die Karbonate verhalten sich anders. Sie sind in allen drei Auszählungsintervallen meistens als ganze Gerölle ausgebildet (20 - 63 mm: 100 %, 6,3 - 20 mm: 83 %, 2 - 6,3 mm: 90 %). Allerdings konnte der Verfasser insgesamt nur 53 karbonathaltige Körner auszählen.

Die Karbonatgerölle verwittern nach der Sedimentation gleichmäßig von allen Seiten, da die aggressiven, die Verwitterung verursachenden Wässer meist homogene Körner vorfinden. Eine Ausnahme bilden nur die flaserigen Quarz-Karbonat-Verwachsungen. Die Karbonate behalten so bei der Verwitterung ihre Geröllform bei.

Außerdem werden die Karbonatgerölle bei der Siebanalyse, trotz starker Beanspruchung in der Siebmaschine, kaum zerbrechen, da sie meistens homogen aufgebaut sind. Kristalline Gerölle mit großen Kristallen z. B. zerbrechen eher, weil primär im Korn an den großflächigen Kristallgrenzen Schwächere zonen für die Lösung und den nachfolgenden Bruch vorgegeben sind. Das gleiche gilt allgemein, unabhängig von der Widerstandsfähigkeit der Einzelkomponenten, für Gerölle mit Schwächere zonen (z. B. tektonisch beanspruchte oder geschichtete Gesteine).

Sicherlich wurden ursprünglich auch zerbrochene Karbonate abgelagert. Diese sind logischerweise kleiner als vollständige Gerölle und werden daher bevorzugt bei der Verwitterung ganz aufgelöst.

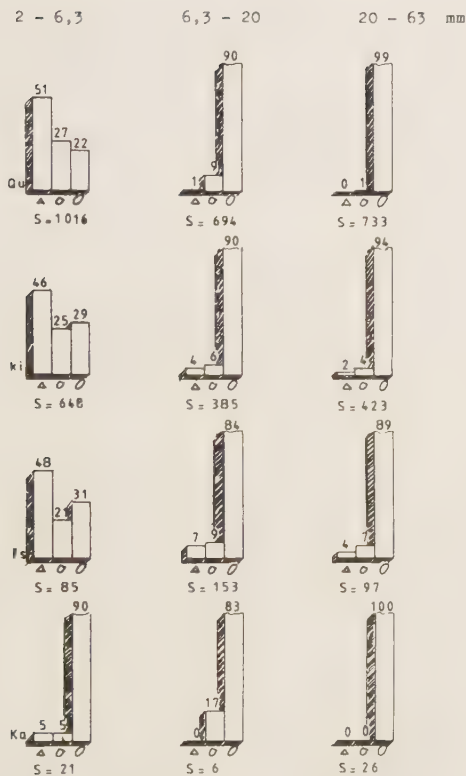


Abb. 23.

Unterteilung der einzelnen Gesteinsklassen (Qu = Quarz, ki = verwitterungsbeständige Gesteine, fs = verwitterungsempfindliche Gesteine, Ka = Karbonate) in Δ = Splitter, $\circ$ = zerbrochenes Geröll, $\bigcirc$ = vollständiges Geröll in neun grobkörnigen Lagen.
Angaben in Prozent, S = Summe der ausgezählten Gerölle.

5. 1. 2. 4. Paläogeographische Folgerung für den OS

Der OS ist ein Delta, "das von ENE geschüttet wurde (vgl. HAAS, 1980). Im Mündungsbereich fächert es nach N, W und S auf". Die regionale Verteilung der K-Werte in dieser Arbeit

(vgl. Abb. 12 und 13) untermauert dies. Sie werden nach W, SW, S und SE kleiner. Dies bedeutet, daß die Strömungen entlang diesen, vom Moldanubikum weg zeigenden Richtungen immer weniger in der Lage waren, große Gerölle zu transportieren. Diese werden eher nahe der Flußmündung abgelagert. Hier verlangsamt der Alpenfluß abrupt seine Strömungsgeschwindigkeit, da seine Wassermassen zum Becken hin flächig auffingern und vom trägen Wasser des Beckens gebremst werden (vgl. COLEMAN, 1981, S. 13, BATES, 1976, S. 8, Fig. 3, SCRUTTON, 1976, S. 56 und 3. 6. 7.).

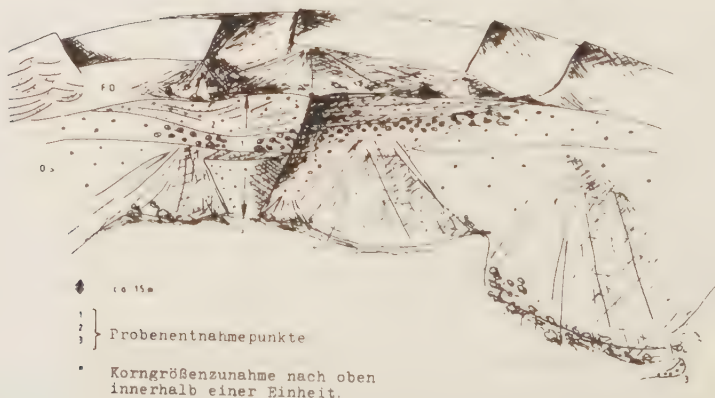
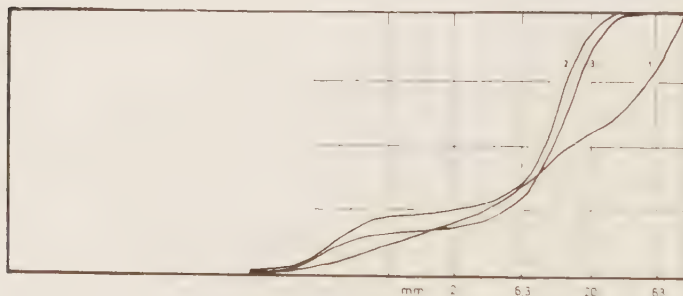


Abb. 24.

: Schwarzmaier, Blick nach E.

Die Folge ist eine Aufschotterung im Mündungsbereich in Deltaschüttungskörpern, deren Internaufbau sich in der vertikalen Verteilung der Korngrößen innerhalb der OS-Mächtigkeit äußert. Diese nehmen nehmen i. allg. vom Liegenden zum Hangenden zu: Das beweisen die vertikale Verteilung der K-Werte (5. 1. 2. 1. 2.), die Einzel- (Abb. 14 mit 20) und die Sammeldiagramme (Abb. 21) der Siebanalysen und die zugehörigen Sedimentparameter (Tab. 7) - vgl. auch 5. 2. 3. 1.. Die gleiche Korngrößenzunahme zum Hangenden beschreibt SCRUTON (1976, S. 63, besonders Fig. 13) im Fraser-, Rhone- und Orinocodelta. Das gilt vor allem für die foreset beds, die den Deltahang (delta front) verkörpern. Der OS ist also ein Sedimentkörper, der in der Vertikalen die ehemalige Wassertiefe an der Küste des Beckens, in das er vorschüttete, einnimmt. Er liegt im Becken selber, u. zw. in einer Randlage. Als channel-fill- oder alluvial-plain-deposits (vgl. NANZ, 1976, S. 17, FISHER & MCGOWEN, 1976, S. 130. CARRIGY, 1976, S. 166, Fig.8), die zum Liegenden grobkörniger werden, kann er nicht gedeutet werden.

Die FD, die den OS überlagern, sind topset beds und tauchen nach W hin mit ca. 0,5 % ab (vgl. HAAS, 1980). Im Fraser-River-Delta (MATHEWS & SHEPARD, 1976, S. 111) fallen die topset-beds mit dem Flußgefälle mit 0,5 foot pro mile (ca. 0,01 %). Fallrichtung eines Schichtpakets und ehemalige Fließrichtung stimmen hier überein. Die regionale Verteilung der K-Werte (vgl. oben) widerspricht dem nicht.

Abb. 24 zeigt die Kiesgrube Schwarzmaier. Sie ist typisch für die topset beds (delta plain) und foreset beds (delta front) im Ortenburger Delta der SBM. Im Schotter selber kann man hier mindestens drei Einheiten unterscheiden. Die Siebanalysen der höchsten Einheit 2 und tiefsten 3 zeigen eine ähnliche Kornverteilung. Einheit 1, die zwischen beiden liegt, ist allerdings deutlich grobkörniger; sie zeigt zudem eine allmähliche Korngrößenzunahme zu den hangenden Lagen, wo die größten Gerölle auftreten.

Vom Liegenden zum Hangenden nehmen die Korngrößen im OS kontinuierlich zu, erreichen ihr Maximum einige Meter unterhalb der FD-Unterkante und verringern sich dann bis zu ihr stark. Dies spiegelt die Strömungsverhältnisse im OS, den foreset beds (delta front), wieder (Abb. 25).

Am Delfaß ist die Schleppspannung der Strömung niedrig; sie nimmt bis zum Deltatop (Ablagerung der größten Gerölle) allmählich zu und verringert sich bis zur Wasseroberfläche (im channel-Milieu, vgl. oben) dann stark (vgl. auch BATES, 1976, S. 5, Fig. 1, CARTER & SUTHERLAND, 1968, S. 4, Fig. 2).

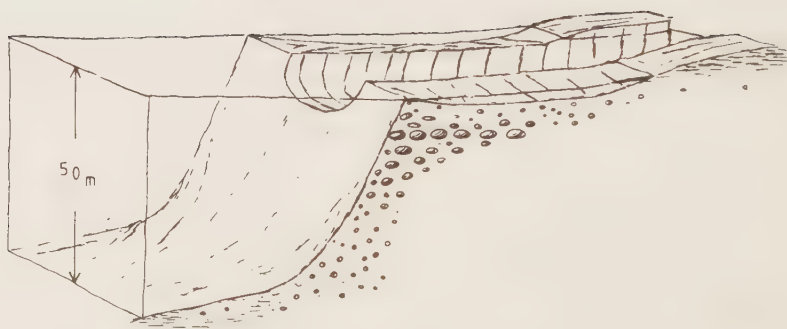


Abb. 25 Korngrößenverteilung im OS

5. 1. 3. Korngrößenanalysen und Geröllspektren von HoS, MH, TS und SB

5. 1. 3. 1. Maximale Korngrößen

In Hoisberg (vgl. GRIMM, 1957, S. 104) bestimmte der Autor die größten Gerölle im HoS. Es ergaben sich für K_{max} 5,8, für K_m 4,7 cm und für K_{max}/K_m 1,23 (Tab. 6). So niedrige Werte findet man im OS i. allg. nicht. Nur beim Aufschuß Hechberger ergab sich Ähnliches: $K_{max} = 5,4$ cm, $K_m = 4,3$ cm und $K_{max}/K_m = 1,26$ (Tab. 5). Diese K-Werte entsprechen dem hangenden Teil des OS (über der grobkörnigen Lage, vgl. Abb. 24 und 25). In einer Kiesgrube nördlich der Donau, bei Walding, wurden die Geröllachsen ausgemessen und ein K_{max}/K_m von 1,10 berechnet (Tab. 6). EDER (1955, S. 83 f.) stufte diesen Schotter TS wie auch den weiter im W liegenden OS als pliozäne Terrassenschotter ein. Wenn ein Zusammenhang zwischen beiden Schottertypen besteht, dann wären die K-Werte des TS bei Walding neben denen von Dirnberg, die eine Sonderstellung einnehmen (vgl. 5. 1. 2. 1. 3.), die zweitgrößten im Untersuchungsgebiet des OS. Die in der Nachbarschaft von Walding liegenden K-Werte des OS auf Blatt Ortenburg (vgl. Abb. 12 und 13) sind kleiner.

5. 1. 3. 2. Siebanalysen

Allen drei Einheiten HoS, MH und SB ist gemeinsam, daß sie der Höhenlage nach über dem OS liegen (vgl. Tab. 1, Abb. 5 und Profil C). Analysiert wurden die Lokalitäten Hoisberg (HoS), Wölfl (MH, über dem OS-Aufschluß Klessing) und Gainstorfer Graben (SB, geröllführend nach SCHIESSL, 1960). Abb. 26 und 27 zeigen die Körnungslinien, Tab. 8 die Sedimentparameter.

Der TS wird zum Hangenden hin wie der OS (5. 1. 2. 2.) grobkörniger. Die Kornsummenkurven von tieferen (u) und höheren (o) Horizonten veranschaulichen dies deutlich: o liegt in seiner vollen Länge rechts vor u. Die Quartilwerte (12,6 und 44,7 mm) und der Medianwert (28,8 mm) von o sind größer als im OS (vgl. Tab. 8 und Tab. 7), die von u (4,68/ 8,12/ 12,0 mm) passen gut zum OS. Die Sortierungen des TS (1,9 und 1,6) liegen im unteren und die Schiefen des TS (0,68 und 0,85) im oberen Grenzbereich derjenigen des OS. Allerdings treten Sortierungen kleiner 1,5 - sehr guter bis mittelmäßiger Sortierungsgrad nach FÜCHTBAUER (1959) - im OS überhaupt nicht auf. Dieser ist mittelmäßig bis schlecht sortiert.

Tab. 8. Quartilwerte (Q_1 , Q_3), Medianwert (Q_2), Sortierung nach TRASK (So) und Schiefe nach TRASK (Sk) der Kornsummenkurven von HoS, MH, SB und TS.

	Q_1 (mm)	Q_2 (mm)	Q_3 (mm)	So	Sk
Hoisberg, HoS	0,513	5,13	10,2	4,5	0,20
Wölfl, MH	0,347	2,09	5,75	3,1	0,46
Gainstorfer Graben, SB	0,178	0,269	0,300	1,5	0,93
Walding, TS, oben (N der Donau)	12,6	28,8	44,7	1,9	0,66
" " unten	4,68	8,12	12,0	1,6	0,85

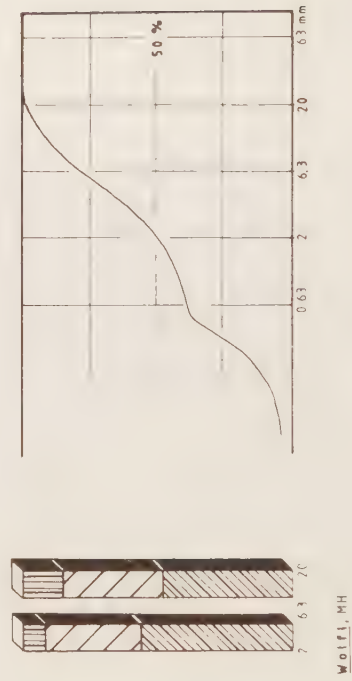
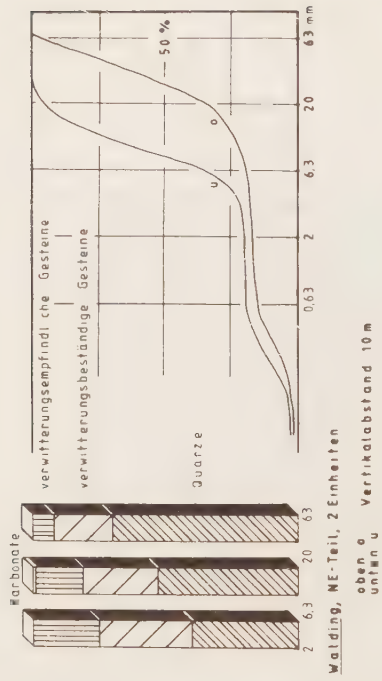


Abb. 27.

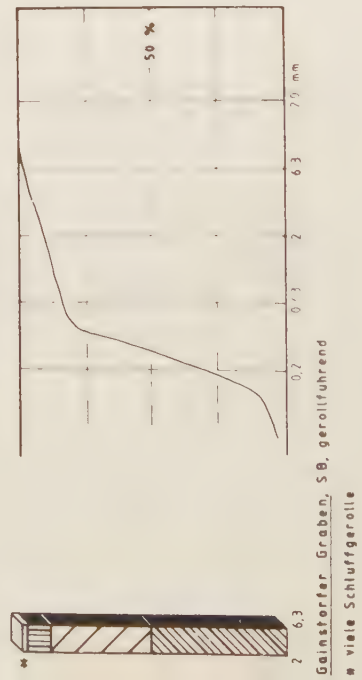
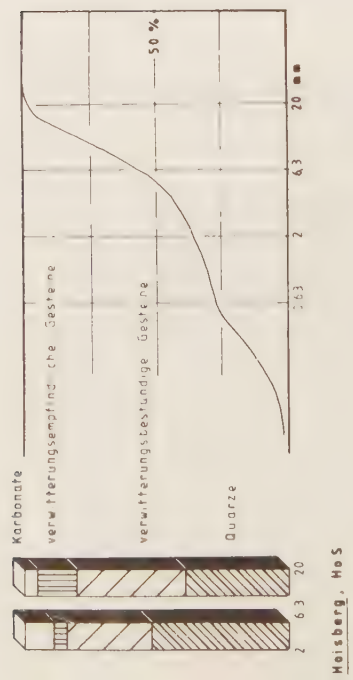


Abb. 26.

5. 1. 3. 3. Geröllspektren

Der MH von Wölfl (vgl. Abb. 26 und 27 zum folgenden Text) und der TS von Walding sind ohne Kalkgerölle (nur bei Walding im Bereich von 6,3 bis 20 mm fand sich ein zweifelhaftes Kalkgeröll).

HoS (Hoisberg) und SB (Gainstorfer Graben) sind kalkführend, u. zw. sind für beide Proben schluffige, bröckelige Kalke charakteristisch. Derartige Kalke fanden sich im OS nicht (vgl. 5. 1. 2. 3.).

5. 1. 4. Korngrößenanalysen und mikropaläontologische Untersuchungen im Liegenden des OS

5. 1. 4. 1. Allgemeines

Direkt im Liegenden des OS befinden sich Mergel mit unterschiedlichem Feinsandanteil und Sande mit variierendem Feinkiesanteil. Eine Unterscheidung in marine und brackische Schichten kann sedimentpetrographisch nur sehr schwer vorgenommen werden, da diese in der Regel vom Süßwasserstrom des OS aufgearbeitet oder zumindest beeinflusst sind (vgl. 8.). Die Schichten im Einflußbereich des OS zeigen darum oft nicht die typische brackische oder marine Ausbildung, wie sie für zentralere Beckenteile charakteristisch ist.

5. 1. 4. 2. Mergel im Liegenden des OS

Abb. 28 und Abb. 29 oben veranschaulichen die Ausbildung der Mergel. In Abb. 28 unten kann man abschätzen, wie stark der Sandgehalt in den marinen Mergeln schwankt. Q1-, Q2- und Q3-Werte (Tab. 9) differieren parallel dazu. So und Sk zeigen keine Abhängigkeit von der Grobkörnigkeit.

Abb. 28 stellt die Körnungslinien der direkt unter dem OS liegenden Schichten bei Klessing und Hechberger dar.

Die Mergel vom Hechberger wurden von früheren Bearbeitern (SCHLICKUM, 1964, S. 34, HAAS, 1980) als MS eingeordnet. WENGER, der parallel zum Verfasser im Untersuchungsgebiet tätig war, fand in diesem Horizont allerdings eine marine Mikrofauna (frdl. mündl. Mitteilung).

Die Aufschlüsse bei Klessing wurden bisher als OMM mit auflagernden MS gedeutet (SCHLICKUM, 1964, S. 28, HAAS, 1980). WENGER, der die liegenden Schichten bearbeitete, schreibt dazu folgendes:

Tab. 9. Quartilwerte (Q_1 , Q_3), Medianwert (Q_2), Sortierung nach TRASK (So) und Schiefe nach TRASK (Sk) der Kornsummenkurven von Sedimenten im Liegenden des OS.

Merge.

	Q_1 [mm]	Q_2 [mm]	Q_3 [mm]	So	Sk
Blindham	0,0631	0,0213	0,0525	2,2	0,69
"	0,0447	0,0138	0,0302	2,6	0,71
Elexenbach	0,0390	0,0182	0,0457	3,4	0,55
Haufenberg	0,0186	0,0061	0,0115	2,5	0,42
Hechberger, "MS"	0,0052	0,002	0,0050	2,6	0,50
Klessing, "OMM"	0,00871	0,017	0,0331	1,2	1,00
" " "MS"	0,00132	0,0034	0,00871	2,2	0,55
Neustift	0,00617	0,0131	0,0430	2,8	0,63
"	0,0267	0,0175	0,0275	3,2	0,66
Schwanham	0,0303	0,0174	0,0370	3,2	0,66
Unteriglbach	0,0031	0,020	0,0417	2,6	0,60

Sande

Elexenbach	0,288	0,437	0,589	1,4	0,89
Kemating, OMM-Strandf.	0,437	1,05	2,80	2,9	1,51
" " "	0,380	0,631	0,891	1,5	0,85
Neustift	0,380	0,501	0,791	1,4	1,20
N Straß	0,631	1,02	1,09	1,4	0,78
" "	0,166	0,312	0,421	2,1	0,57

Das Fehlen von Foraminiferen schließt ein marines Milieu aus. Als einzige Art tritt *Ammonia beccarii* (LINNE) auf. Eine Faunengemeinschaft aus Ostracoden und *Ammonia beccarii* (LINNE) ist eine typische Brackwasservergesellschaftung. Die auftretenden Ostracoden weisen auf brackisches bis schwach marines Milieu hin. Einige Gattungen reichen auch noch in vollmarines Milieu hinein:

- *Cytheridea ottnangensis* (TOULA),
- *Cytheridea lacunosa* KOLLMANN
(Die Gattung *Cytheridea* ist im brackischen bis epineritischen Milieu beheimatet),
- *Loxoconcha* cf. *eggeriana* LIENENKLAUS
(Milieu: litoral bis mesohalin. Nach PORKORNY (1958, S. 116) erträgt die Gattung Salzgehaltsschwankungen von 2 - 35 Promill),
- *Aurila* sp. (Milieu: epineritisch, marin).

Die beiden Mergeleinheiten "OMM" und "MS" von Klessing lassen sich allerdings gut anhand der Kornverteilung unterscheiden: die hangende Einheit ist feinkörniger als die liegende (Abb. 28).

Beide Körnungslinien zeigen eine gute Symmetrie:
Sk = 1,0 bzw. 0,95 (Tab. 9).

Elexenbach, Haufenberg, Schwanham und Unteriglbach sind Mergelproben aus der direkten Unterlage des OS (Abb. 29). In Haufenberg fehlt nach WENGER (frdl. mündl. Mitteilung) eine Mikrofauna.

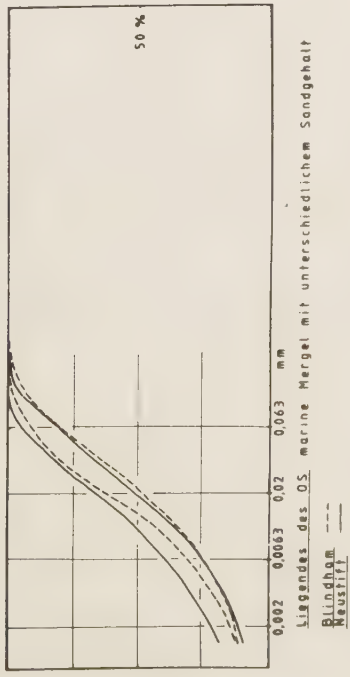
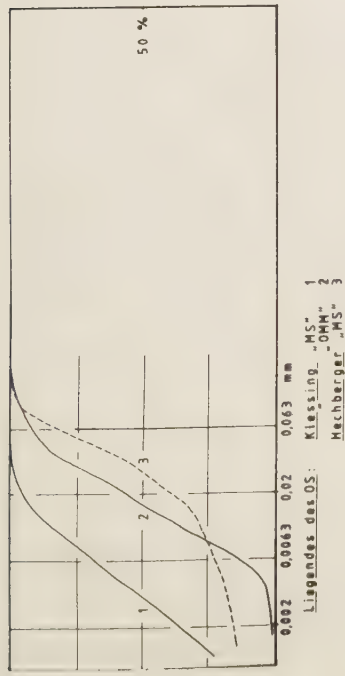


Abb 28

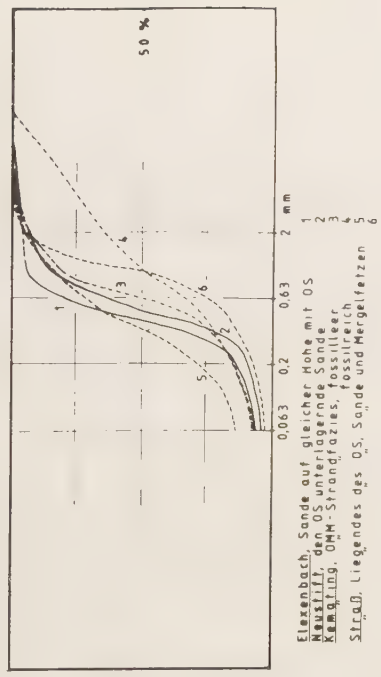
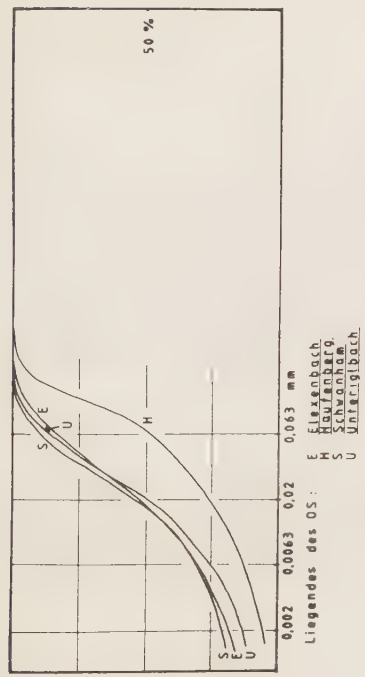


Abb 29

5. 1. 4. 3. Sande im Liegenden des OS

Die Kornsummenkurven der liegenden Sande befinden sich in einem engen Bereich des Körnungsfeldes (Abb. 29, unten). Nur die Probe 4 weicht stark ab; sie wird durch die in ihr enthaltenen, großen Muschelschalen mehr zu größeren Bereichen verschoben.

Die Proben 5 und 6 (Straß) haben nach WENGER (frdl. mündl. Mitteilung) keine Mikrofauna. In Kemating (Proben 3 und 4) ist die Strandfazies der OMM ausgebildet (NEUMAYER, 1955, S. 68). Die beiden Kornverteilungslinien von Straß umschließen die unverfälschte Linie von Kemating im Körnungsfeld.

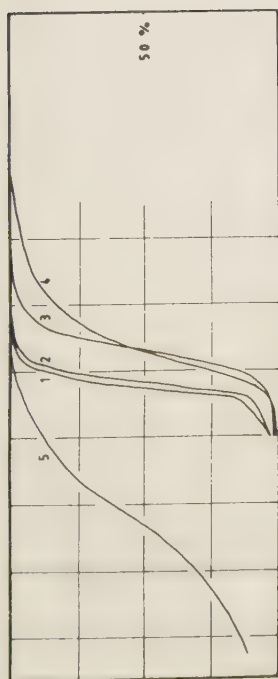
5. 1. 4. 4. Zusammenfassung

Die liegenden Sande zeigen insgesamt eine bessere Sortierung (kleiner 2,8) als die liegenden Mergel (kleiner 3,4). Die Schiefen deuten darauf hin, daß die Kornsummenkurven der Sande in der Regel weniger zum Feinkornanteil asymmetrisch sind (0,78 bis 0,89) als die Mergel (kleinster Wert bis 0,46) vgl. Tab. 9.

5. 1. 5. Korngrößenanalysen im Hangenden des OS (=FD) und im Liegenden des HoS

5. 1. 5. 1. Korngrößenanalysen in den FD

Die Kornsummenkurven der liegenden FD in einer Höhe von einem Meter über der OS-Oberkante (Kurven 1 mit 4 in der Abb. 30 oben) liegen zwar in einem Körnungsfeld, deuten aber an, daß der Übergang OS/FD plötzlich (Kurven 1 und 2) oder allmählich (Kurven 3 und 4) vor sich gehen kann (vgl. HAAS, 1980): Denn je mehr Grobkorn in den liegenden FD noch enthalten ist, umso zögernder hat die Schleppkraft der erzeugenden Strömung abgenommen und umgekehrt. Die Untergrenze der FD wurde zweckmäßigerweise da gelegt, wo der Sandanteil im Sediment überwiegt und keine Schotterlagen mehr darüber folgen. Die Sortierungen sind in diesem Probenniveau kleiner 1,5, und die Schiefen liegen nahe 1, was eine fast symmetrische Kurve bedeutet (Tab. 10). Zum Hangenden werden die FD feinkörniger (Kurve 5 in Abb. 30, oben), die Sortierung wird schlechter und die Kurve asymmetrischer zum Feinkorn hin (Tab. 10).



Tab. 10. Quartilwerte (Q_1 , Q_3), Medianwert (Q_2), Sortierung nach TRASK (So) und Schiefe nach TRASK (Sk) der Kornsummenkurven von Sedimenten im Hangenden des OS (= FD) und im Liegenden des HoS.

FD:	Q_1 [mm]	Q_2 [mm]	Q_3 [mm]	So	Sk
Aldersbach, 1 m über OS	0,132	0,151	0,178	1,2	1,03
" 10 m " "	0,00457	0,0145	0,0324	2,7	0,70
Hierling, N Straße, +	0,224	0,288	0,363	1,3	0,98
" S " +	0,2	0,242	0,473	1,5	1,20
Rauscheröd, 1 m über OS	0,138	0,166	0,200	1,2	1,00
+ = 1 m über OS					
Liegendes des HoS:					
N Hoisberg	0,0794	0,0577	0,132	1,3	1,10
W " (SS)	0,0363	0,0550	0,0755	1,4	0,91

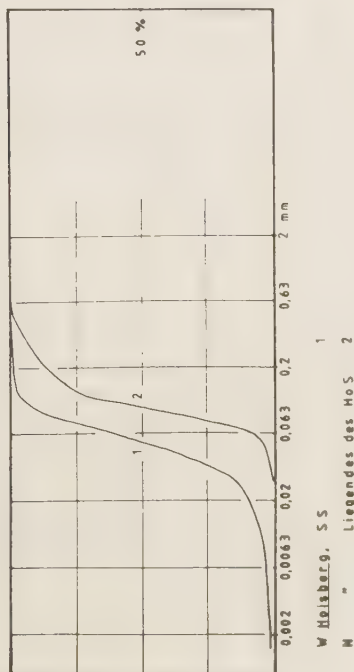


Abb. 30

5. 1. 5. 2. Korngrößenanalysen im Liegenden des HoS

Der HoS liegt über SS oder LSWS (mit US) - vgl. 4. 3.. Probe 2 (vgl. GRIMM, 1957, S. 104) in Abb. 27, unten stammt aus Schichten, die den HoS direkt unterlagern; Probe 1 (vgl. WITTMANN, 1957, S. 77) aus in der Nähe aufgeschlossenen SS. Beide sind nach der Nomenklatur von FÜCHTBAUER (1959) gut sortiert. Probe 2 ist leicht asymmetrisch zum Grobkornanteil, Probe 1 zum Feinkornanteil.

5. 1. 5. 3. Zusammenfassung

Die FD werden zum Hangenden feinkörniger. Ihre höheren Partien sind sehr schlecht sortiert (5. 1. 5. 1.). Die SS sind gut bis mittelmäßig sortiert (5. 1. 5. 2.). Beide Schichteinheiten - FD und SS - lassen sich daher, wenn man annimmt, daß beide Proben repräsentativ sind, nur schwer miteinander in Verbindung bringen (vgl. Abb. 7 und 8.). Allerdings müssen die SS (vgl. WITTMANN, 1957, S. 78, Abb. 7) nicht unbedingt gut sortiert sein.

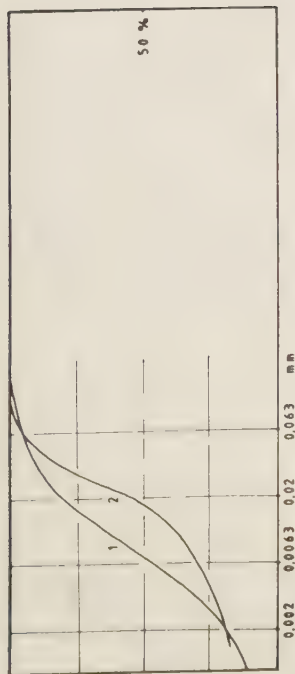
5. 1. 6. Übrige Korngrößenanalysen in der SBM

5. 1. 6. 1. Korngrößenanalysen in den MS

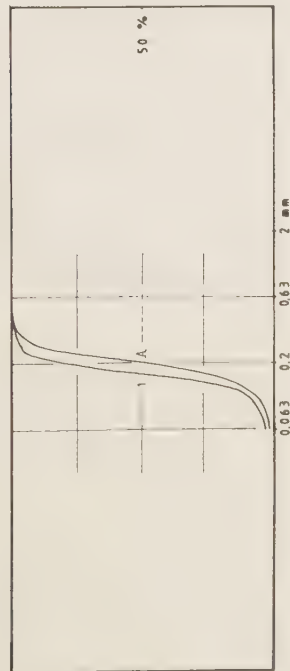
Die MS von Niederham und Wappmannsberg (Abb. 31, oben) liegen nicht direkt unter dem OS. Sie finden sich etwas weiter davon entfernt in der klassischen SBM-Abfolge (ohne den OS). Sie zeigen eine ähnliche Kornverteilung wie die Mergel direkt im Liegenden des OS (5. 1. 4. 2.). Beide (MS von Niederham/Wappmannsberg und Mergel direkt im Liegenden des OS) sind nach der Nomenklatur von FÜCHTBAUER (1959) sehr schlecht sortiert. Eine Ausnahme bildet nur die OMM von Klessing ($S_o = 1,9$). Die Schiefen liegen bei beiden Gruppen asymmetrisch zum Feinkorn hin (Ausnahme: OMM von Klessing, $S_k = 1,00$) - vgl. Tab. 9 und Tab. 11).

5. 1. 6. 2. Korngrößenanalysen in den FD und GS

Die Proben Klessing (FD) - in einer Höhenlage von ca. 405 NN, Kiesgrube Klessing - und Sperklgrub (GS) - ca. 395 NN, Bohrstockprobe - liegen ca. 550 m voneinander entfernt. Sie zeigen eine äußerst ähnliche Kornverteilung (Abb. 31, unten und Tab. 11). Sortierung ($S_o = 1,2$) und Schiefe ($S_k = 1,00$) sind bei beiden gleich. Sperklgrub ($Q_1 = 0,141$, $Q_2 = 0,166$, $Q_3 = 0,195$) ist etwas feinkörniger als Klessing ($Q_1 = 0,166$, $Q_2 = 0,200$, $Q_3 = 0,240$). Die letztgenannte Probe ist typisch für den raschen Übergang von OS zu FD (vgl. 5. 1. 5. 1., besonders Abb. 30 unten und Tab. 10). Allerdings handelt es sich bei den FD und GS um verschiedene, wohl aber gleichzeitig (diachron) gebildete Einheiten (vgl. Abb. 9, wobei liegende FD = US, Abb. 35, Proben A und 1 und 5. 3. 4. 3.).



MS Niederham 1
Wappmannsberg 2



1 Sporkigrub. GS
A Klessing. FD

Tab. 11. Quartilwerte (Q_1 , Q_3), Medianwert (Q_2), Sortierung nach TRASK (So) und Schiefe nach TRASK (Sk) der Kornsummenkurven von MS, PD und GS.

MS	Q_1 [mm]	Q_2 [mm]	Q_3 [mm]	So	Sk
Niederham	0,00275	0,00724	0,0166	2,5	0,87
W Wappmannsberg	0,00398	0,0178	0,0302	2,8	0,38
PD					
Klessing (= A in 3. 2.)	0,166	0,200	0,241	1,2	1,00
GS					
Sporkigrub (= 1 in 3. 2.)	0,141	0,166	0,195	1,2	1,00

5. 1. 7. Darstellung der Körnungskurven in Sondernetzen

5. 1. 7. 1. Übersicht über die verwendeten Netze

Die DIN 66.141 gibt Grund- und Sondernetze zur Darstellung von Kornverteilungssummen an. In den bisherigen Diagrammen (5. 1. 2. mit 5. 1. 6.) wurde ein Grundnetz mit linearer Ordinaten- und logarithmischer Abszissenteilung verwendet. Bei den folgenden Sondernetzen ist die Abszisse ebenfalls logarithmisch geteilt. Die Ordinate folgt jedoch im Potenznetz (DIN 66.143) dem Logarithmus, im Logarithmischen Normalverteilungsnetz (DIN 66.144) der Normalverteilung und im RRSB-Netz nach ROSIN, RAMMLER, SPERLING & BENNET (DIN 66.145) der RRSB-Verteilung. Ergibt eine Kornsummenkurve in den genannten Sondernetzen eine Gerade, dann folgt sie im entsprechenden Netz einer Potenz-, Normalverteilungs- oder RRSB-Funktion.

Das Normalverteilungsnetz eignet sich für Untersuchungen an stark umgelagerten Sedimenten. Für vorwiegend physikalisch-chemisch verwittertes Material verwendet man das RRSB-Netz (vgl. BRAUN, 1975, S. 203).

Mit Hilfe der verschiedenen Netze wird im folgenden versucht, die untersuchten Sedimente zu charakterisieren.

5. 1. 7. 2. Ergebnis

In den einzelnen Netzen (Abb. 32 (Potenznetz), Abb. 33 (Logarithmisches Normalverteilungsnetz) und Abb. 34 (RRSB-Netz)) ergeben sich für die ausgewählten Kornsummenkurven i. allg. keine Geraden. Ausnahmen sind nur die MS und die FD. Die MS von Klessing folgen der Normalverteilung (Standardabweichung 1,13) und die FD von Klessing der RRSB-Funktion (Feinheitsparameter 3,1). Die OMM von Klessing bildet im Logarithmischen Normalverteilungsnetz nur dann eine Gerade, wenn ein Meßwert (Kreuz x in Abb. 33 und 34) nicht berücksichtigt wird.

Der HoS von Hoisberg und der OS von Dirnberg (oben = hangende Aufschlußteile) haben in allen drei Netzen parallele Kurven. Der TS von Walding (oben) nördlich der Donau weicht, da er stärker verwittert ist, mit höheren Feinkornanteilen davon ab.

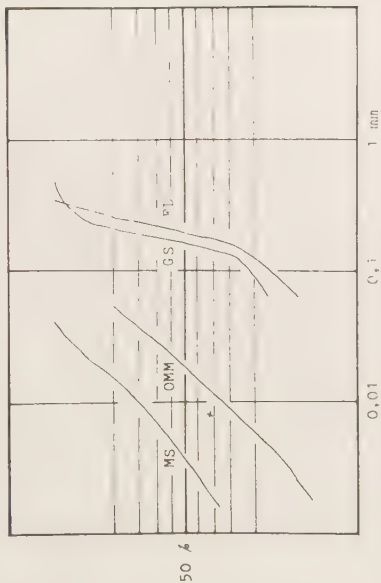
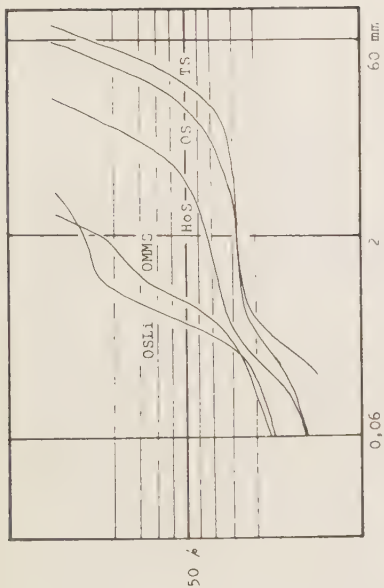
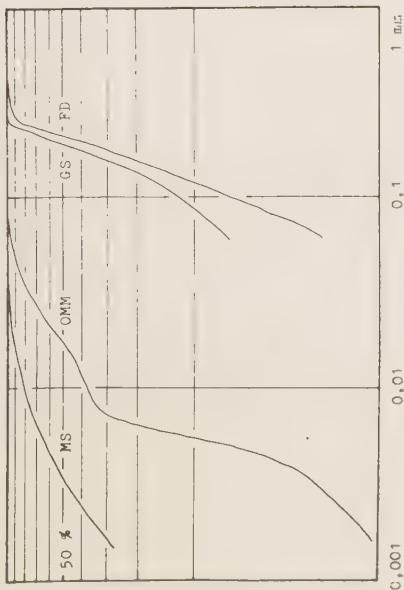
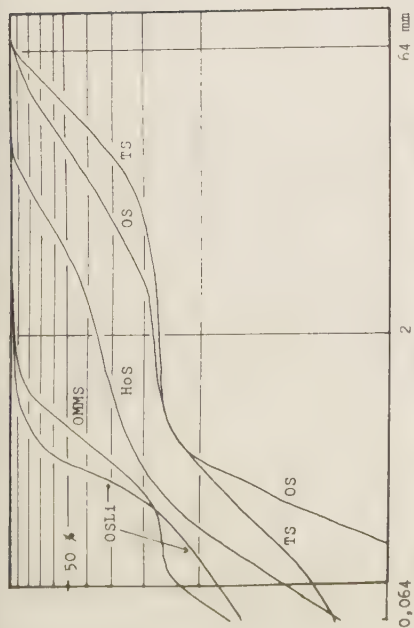


Abb. 32 : Potenznetz (µIN 66 143).

OMMS = OMM-Strandfazies (fossilieer), Kemating.
 OSL1 = Liegendes des OS, Elexenbach.
 HoS = Hoisberg.
 OS : Dirnberg oben.
 TS : Waldung oben.
 MS : Klessing.
 OMM : Klessing.
 GS : Spierklüub.
 FD : Klessing.

Abb. 33 : Logarithmisches Normalverteilungsnetz (DIN 66 144).

OMMS = OMM-Strandfazies (fossilieer), Kemating.
 OSL1 = Liegendes des OS, Elexenbach.
 HoS = Hoisberg.
 OS : Dirnberg oben.
 TS : Waldung oben.
 MS : Klessing.
 OMM : Klessing.
 GS : Spierklüub.
 FD : Klessing.

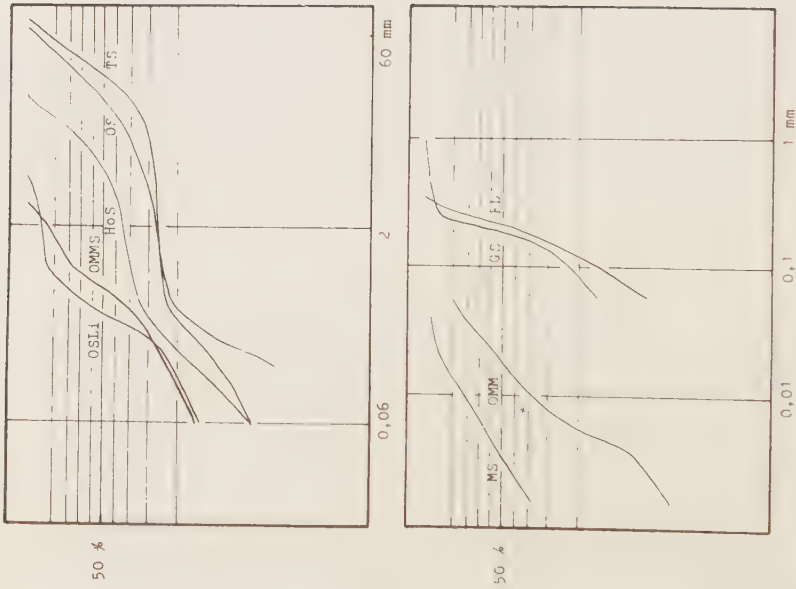


Abb. 34. : HRSB-Netz (DIN 66 145).
 OMMS = OMM-Strandfazies (fossilifer), Kennatmng.
 OSLI = Liegendes des OS, Flexenbach.
 HoS : Housberg.
 OS : Dirrberg oben.
 MS : Walding oben.
 OMM : Klessing.
 FS : Sperklgrub.
 FD : Klessing.

5. 2. Sinkgeschwindigkeitsverteilungen

5. 2. 1. Versuchsanordnung

5. 2. 1. 1. Sedimentationswaage Macrogranometer

Das System Macrogranometer besteht aus einem zwei Meter hohen und 20 cm breiten, mit destilliertem Wasser gefüllten Glaszylinder, an dessen unterem Ende sich eine hochempfindliche Unterwasserwaage befindet (genaue Beschreibung des Geräts vgl. BREZINA, 1980, S. 25 f.). Gibt man eine Sandprobe am oberen Ende der Säule über einen Jalousieverschluß zu, so sinken die einzelnen Teilchen verschieden schnell nach unten und sedimentieren allmählich auf dem Wägeteller der Unterwasserwaage. Die Gewichtszunahme auf dem Teller wird in Abhängigkeit von der Zeit gemessen. Ein integrierter Computer rechnet die Gewichtszunahme in Prozent und die Fallzeiten mit der bekannten Fallhöhe (vgl. oben) in Sinkgeschwindigkeiten um. Als Ergebnis wird eine Sinkgeschwindigkeitsverteilung (PSI-Verteilung) ausgedruckt. Diese kann bei bekannter Kornform und vorgegebenem spezifischen Gewicht der Sandprobe in eine Korngrößenverteilung (PHI-Verteilung) umgerechnet werden (vgl. 5. 2. 4.).

Da die Unterwasserwaage hochempfindlich ist, können die Meßintervalle stark verkleinert werden. Die dichte Belegung der Meßpunkte pro Korngrößenintervall der Sandprobe ermöglicht sehr differenzierte Verteilungskurven (vgl. Abb. 38).

Die Untersuchungen führte Herr Dipl.-Ing. W. SCHRIMPF vom Institut für Wasserwesen der Hochschule der Bundeswehr München kurzfristig und selbstlos durch. Herr Prof. Dr.-Ing. W. BECHTELER genehmigte dies dankenswerterweise am Lehrstuhl für Hydromechanik und Hydrologie.

5. 2. 1. 2. Aufbereitung der Proben

Die zu untersuchenden Proben der SBM bestehen hauptsächlich aus Quarz. Für Quarzsand gibt BREZINA (1980, S. 23) einen Meßbereich des Macrogranometers von 0,05 bis 4 mm an. Die Proben mußten daher vor den Versuchen mit Rundlochsieben mit obigen Öffnungsdurchmessern naß abgesiebt werden.

Danach werden die Proben auf die für den Versuch erforderliche Menge heruntergeteilt (vgl. 5. 1. 1. 2.). Sie ist nach BREZINA (1980, S. 24) abhängig vom d_{10} -Wert, dem zugehörigen Korndurchmesser bei 10 % der Siebsummenlinie.

Die Probenmengen bewegen sich im Bereich von 0,05 bis 10 g. Sie sind also sehr klein im Vergleich zu den bei Siebanalysen benötigten Sandmengen (vgl. DIN 18.123, 1971, S. 2).

5. 2. 2. Geologische Problemstellung

Da der Macrogranometer sehr genau messen kann, sollte mit ihm versucht werden, die Sedimente der SBM genauer, als es mit konventionellen Siebanalysen möglich ist, zu charakterisieren. Folgende Problemstellungen wurden untersucht (vgl. Abb. 35):

- Vertikale Änderungen im Sandzwischenmittel einer einheitlich geschichteten OS-Einheit (vgl. Abb. 55, Profil AB) der Kiesgrube Karglöd - Proben I (oben, Abb. 17), II (mitte, Abb. 49) und III (unten, Abb. 17);
- regionale Tendenzen in den Korngrößenverteilungen der GS-Proben 1 (Sperkigrub, hangende GS, Abb. 31), 2 (S Klessing (2), liegende GS) und 3 (Bergham, liegende GS);
- Gleichartigkeit der Ablagerungseinheiten FD und US - Proben A (Klessing, liegende FD, Abb. 31) und B (S Klessing (3), US).

Die Abb. 35 zeigt die geographische Verteilung der Probenentnahmepunkte: Die Proben I, II, III, A und B wurden im Verbreitungsgebiet des OS genommen, 1, 2 und 3 in der angrenzenden, gleichaltrigen (diachronen), feinerkörnigeren SBM.

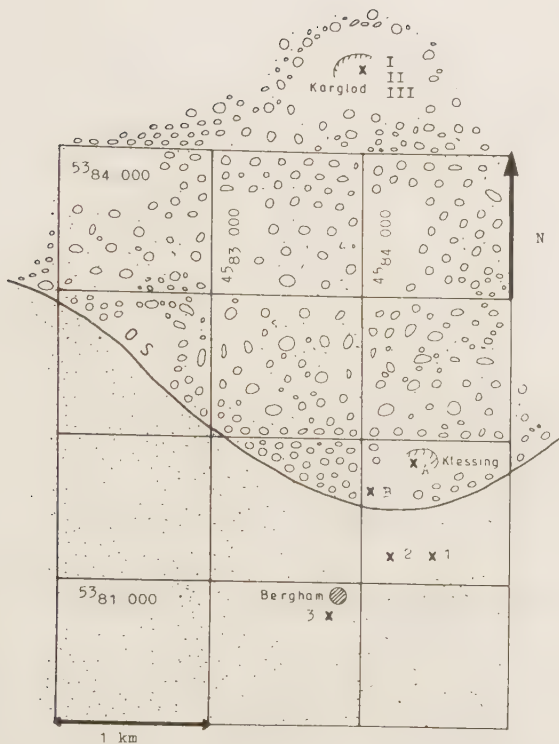
5. 2. 3. Sinkgeschwindigkeitsverteilungen im einzelnen

5. 2. 3. 1. Sinkgeschwindigkeitsverteilungen und zugehörige Siebanalysekurven im Sandzwischenmittel des OS

Die Sinkgeschwindigkeiten in den hangenden OS-Schichten (Kurve I in der Abb. 36) sind i. allg. größer als die in den liegenden Lagen (Kurve III). Lediglich bei den niedrigen Sinkgeschwindigkeiten kehrt sich dieses Verhältnis um (vgl. auch Q1-, Q2- und Q3-Werte in der Tab. 12).

Die mittels Siebung nach der DIN 18.123 bestimmten Kornverteilungskurven verlaufen analog zur Sinkgeschwindigkeit. Nur die Kurve III der Sinkgeschwindigkeiten ist mit zwei Verteilungsmaxima etwas differenzierter als die zugehörige Siebanalysekurve mit nur einem Verteilungsmaximum.

Die Kurven II, die von einer Probe aus einem mittleren OS-Niveau abgeleitet wurden, unterscheiden sich in Sinkgeschwindigkeits- und Siebkornverteilung stark: Die Sinkgeschwindigkeitsanalyse ergibt eine konkave und die Siebkorngrößenanalyse eine konvexe Kurve. Diese Abweichung ist wahrscheinlich in der für die Untersuchung notwendigen Probenteilung begründet: Da das Sediment aus Sanden mit nur wenigen eingestreuten Kiesen aufgebaut ist, kann eine zufällige An- oder Abwesenheit dieser Kiese in der heruntergeteilten Untersuchungsmenge die Verteilungskurven stark beeinflussen (vgl. auch 6. 4. 4. 1. 4.).



I }
 II } OS
 III }
 1 } GS } hangender Teil
 2, 3 } GS } liegender Teil
 A, B: FD bzw. US

Abb. 35. Geografische Lage der Probenentnahmepunkte für die
 Sedimentationsversuche (Blatt Aidenbach).
 Im N Verbreitungsgebiet des OS der SBM und im S feinerkörnige
 SBM-Ablagerungen.

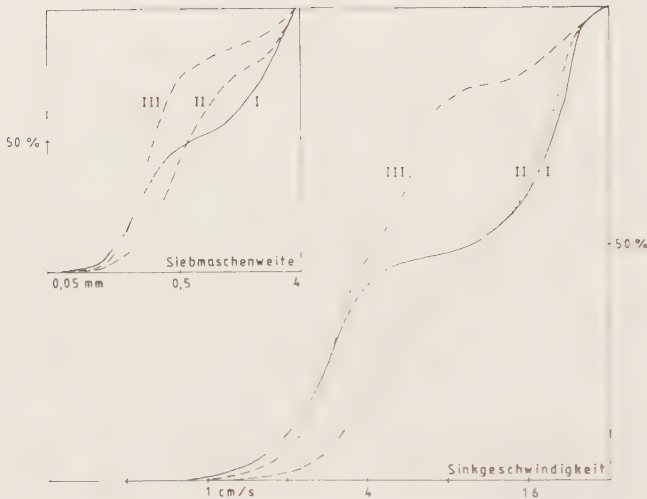


Abb. 36. Vertikale Änderungen in den Korn- und Sinkgeschwindigkeitsverteilungen im Sandzwischenmittel des einheitlich geschichteten OS der Kiesgrube Karglöd.

I = hangende Schichten.
II = mittlere Schichten.
III = liegende Schichten.

Abzisse logarithmisch, Ordinate linear geteilt.

5. 2. 3. 2. Sinkgeschwindigkeitsverteilungen und zugehörige Siebanalysekurve in den GS

Sinkgeschwindigkeits- und Siebanalyseverteilung der hangenden GS (Kurven 1) zeigen die gleiche symmetrische Verteilung um ein Maximum (vgl. Abb. 37 und Tab. 12). Die Sinkgeschwindigkeitskurve charakterisiert bei der vorgenommenen Abszissentheilung das Sediment nicht differenzierter als die konventionelle Siebkurve. Es wäre allerdings möglich, über eine feinere Abszissentheilung die Meßreihe der Sedimentationswaage noch detaillierter darzustellen.

Die liegenden GS (Kurven 2 und 3 in der Abb. 37) haben niedrigere Kornsinkgeschwindigkeiten als die hangenden (Kurve 1). Setzt man gleiche Dichte und Kornform der Proben voraus, so steht dies gut in Einklang mit der von WITTMANN (1957, S. 64 ff.) festgestellten Kornvergrößerung der GS zum Hangenden hin. Außerdem nehmen die Kornsinkgeschwindigkeiten der liegenden GS mit zunehmender Entfernung vom Mündungsbereich des OS-Flusses ab (vgl. Lage der Proben 2 und 3 in der Abb. 35). Die GS wurden daher wohl auch von diesem Fluß antransportiert (vgl. 8.), da die Körner mit großer Sinkgeschwindigkeit näher an der Flußmündung sedimentierten als die mit kleiner Absetzzeit (vgl. auch Tab. 12).

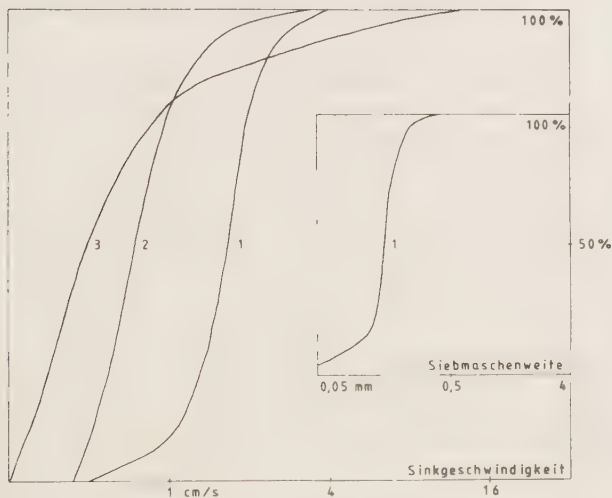


Abb. 37. Sinkgeschwindigkeitsverteilungen in den GS und eine zugehörige Siebkurve.

1 = hangende GS.

2 und 3 = liegende GS.

Abszisse logarithmisch, Ordinate linear geteilt.

5. 2. 3. 3. Sinkgeschwindigkeitsverteilungen in den FD und US

FD (Kurve A in Abb. 38 rechts) und US (Kurve B) bilden die liegenden LSWS (vgl. Abb. 7). A liegt zentral im OS-Delta und B distal (vgl. Abb. 35). A hat große und B kleine Sinkgeschwindigkeiten (vgl. Abb. 38 rechts). Diese nehmen also zum Rand des OS-Deltas ab (vgl. auch Tab. 12).

5. 2. 4. Vergleich einer aus den Sinkgeschwindigkeiten berechneten Korngrößenverteilung mit einer zugehörigen Siebkurve

BREZINA (1979, S. 13) gibt eine Bestimmungsgleichung für die Korngröße bei der Macrogranometer-Analyse an. Auf deren nähere Beschreibung wird hier verzichtet.

Die Abb. 38 links gibt eine nach der Methode BREZINA vom Computer aus der Sinkgeschwindigkeit berechnete und in Wertepaaren geplottete Kornverteilungskurve der Probe A (vgl. S. 2. 3. 3.) in den kleinen Kreuzen wieder. Dabei wurden als Korndichte 2,65 und als Kornformfaktor (SF, vgl. 1. 2.) 0,7 vorgegeben. Die großen Kreuze geben die aus einer Siebanalyse nach DIN 18.123 gewonnenen Wertepaare wieder.

Die einzelnen Punkte der Kornverteilungskurve wurden bewußt nicht miteinander verbunden. Die Meßpunkte sind beim Macrogranometer eng geschachtelt und bei der Siebanalyse in weiten Intervallen verteilt. Das Kurvenbild ist bei beiden Methoden ähnlich (vgl. auch Tab. 12).

Die Macrogranometer-Analyse gibt jedoch ein verfeinertes Bild der Kornverteilung wieder. Allerdings ist es bei der Versuchsdurchführung oft nicht einfach, den Anfangszeitpunkt des Versuchs in der Sedimentationssäule zu bestimmen. Einzelne, große Körner treffen manchmal lange vor der eigentlichen "Sedimentwolke" auf den Wägeteller der Unterwasserwaage. Ob sie für das Sediment repräsentativ sind, kann man nicht genau entscheiden. Beim Ende des Versuchs ist es ähnlich: Man weiß oft nicht genau, wann die Messung abzubrechen ist, da einzelne, kleine Körner, nachdem der Hauptteil der Probe sedimentiert ist, sich immer noch nach unten bewegen.

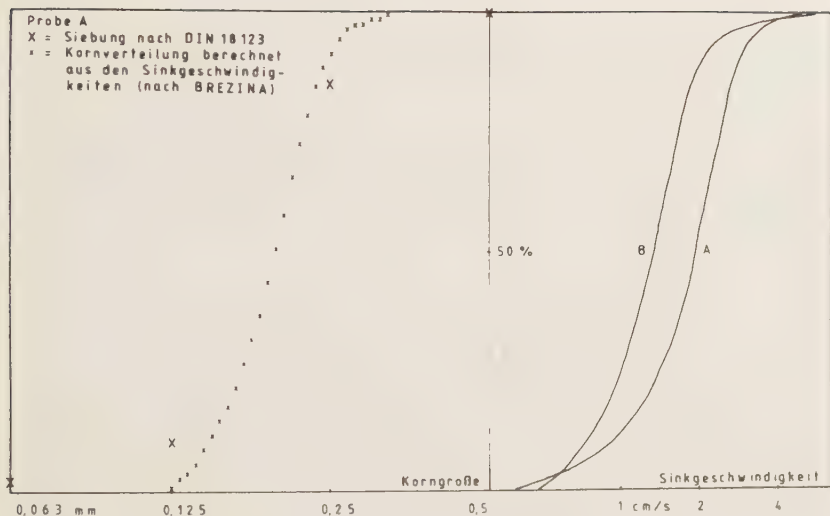


Abb. 38. Kornverteilungen nach Sedimentations- und Siebanalysen und Sinkgeschwindigkeitsverteilungen in den PD (Kurve A) und US (Kurven B).

Abszisse logarithmisch, Ordinate linear geteilt.

Tab. 12. Kennwerte der Verteilungskurven (Vergleich von Sinkgeschwindigkeits- und Siebanalyse).

Einheit	Niveau innerhalb der Einheit	Lokalität	Proben Nr.	Kornspektrum in mm	Art der Summenkurve	Q ₁	Q ₂	Q ₃	So	Sk
OS	langendes	Karglöd	I	= 0,063 - 3,55	nach DIN 18123	0,229	0,603	2,09	3,0	1,32
OS	hangendes	Karglöd	I	= 0,05 - 4	PSI-Verteilung	2,64	9,85	19,7	2,7	0,54
OS	mittleres	Karglöd	II	= 0,063 - 3,55	nach DIN 18123	0,363	0,603	1,32	1,9	1,32
OS	mittleres	Karglöd	II	= 0,05 - 4	PSI-Verteilung	4,60	11,3	19,7	2,1	0,71
OS	liegendes	Karglöd	III	= 0,063 - 3,55	nach DIN 18123	0,229	0,302	0,51	1,5	1,28
OS	liegendes	Karglöd	III	= 0,05 - 4	PSI-Verteilung	2,83	4,29	6,50	1,3	1,00
GS	hangendes	Sperklgrub	1	= gesamtes	nach DIN 18123	0,141	0,166	0,195	1,2	1,00
GS	hangendes	Sperklgrub	1	= 0,05 - 4	PSI-Verteilung	1,32	1,63	1,93	1,2	0,96
GS	liegendes	3 Klessing	2	= 0,05 - 4	PSI-Verteilung	0,616	0,758	0,933	1,2	1,00
GS	liegendes	Bargham	3	= 0,05 - 4	PSI-Verteilung	0,379	0,500	0,871	1,5	1,32
FD	liegendes	Klessing	A	= gesamtes	nach DIN 18123	0,166	0,200	0,240	1,2	1,00
FD	liegendes	Klessing	A	= 0,05 - 4	PSI-Verteilung	1,41	2,00	2,46	1,3	0,87
FD	liegendes	Klessing	A	= 0,05 - 4	PHI-Verteilung	0,171	0,196	0,218	1,1	0,97
FD	liegendes	3 Klessing	3	= 0,05 - 4	PSI-Verteilung	1,00	1,32	1,63	1,3	0,94

= = mit Quadratlochierten aufbereitet.

o = mit Rundlochierten aufbereitet.

PSI-Verteilung = Sinkgeschwindigkeitsverteilung (Korndichte = 2,65).

PHI-Verteilung = Kornverteilung berechnet aus den Sinkgeschwindigkeiten nach BREZINA (SF = 0,7).

Q₁, Q₂, Q₃ in mm bzw. in cm/s.

Sonstige Abkürzungen vgl. 7. 1. 2..

5. 3. Mikroskopische Untersuchungen

5. 3. 1. Allgemeines

Im Polarisationsmikroskop wurde die Verteilung der Schwermineralien und im Binokular der Glaukonitgehalt bestimmt: Die Schwermineralanalyse sollte die ostniederbayerischen Sedimente näher charakterisieren und ein eventueller Glaukonitgehalt in den liegenden OS-Schichten zur Klärung des miozänen Ausfüllungsvorgangs beitragen.

5. 3. 2. Probennahme, Herstellung der Körnerpräparate und Auszählmethode

Schwer- und Leichtmineralien wurden im Scheidetrichter mit Tetrabromäthan (Dichte der verwendeten Flüssigkeit 2,91 g/cm³) abgetrennt. Hierfür verwendete der Verfasser die beim Sieben gewonnene Kornfraktion von 0,063 bis 0,25 mm. Eine zusätzliche chemische oder mechanische Aufbereitung des Sediments war nicht nötig (vgl. EDER, 1955, S. 74 u. a.). Es wurden jeweils ungefähr 10 g der Ausgangsfraktion gravitativ getrennt, wobei das Körner-Schwereflüssigkeits-Gemisch anfangs gut durchgeschüttelt wurde. Die Trennzeit betrug ca. eine Stunde (vgl. hierzu SCHNITZER, 1983, S. 70). Die gewonnenen Schwer- und Leichtmineralien wurden getrocknet und dann auf die erforderliche Untersuchungsmenge heruntergeviertelt.

Bei den Schwermineralien ist die Bestimmung von 100 transparenten Körnern (außer Alteriten (= trübe Körner), Gesteinsgläsern, Glimmerartigen, Karbonaten und Quarzverunreinigungen) sicher ausreichend, um eine einigermaßen repräsentative Verteilung zu bekommen (vgl. BOENIGK, 1983, S. 36). Die Schwermineralien wurden in Lakeside eingebettet.

Der Glaukonit läßt sich im Durchlicht nur schwer bestimmen, da die einzelnen Körner meist opak sind (vgl. MILNER, 1962, S. 111 ff.). Seine Dichte liegt zwischen 2,2 und 2,8 g/cm³ (nach MILNER, 1962). Er findet sich daher in der Leichtmineralfraktion. Diese wurde unter dem Binokular nur daraufhin untersucht, ob überhaupt Glaukonit auftritt.

Die Proben aus dem OS, welche auf Glaukonit untersucht wurden, stammen alle aus den liegenden Schichten (vgl. S. 1. 2. 2.). Falls nämlich eine Verzahnung des OS mit der OMM besteht, läßt sich diese über den Glaukonitgehalt im Grenzbe- reich der beiden Einheiten (= liegender OS und hangende OMM) herleiten.

5. 3. 3. Mineralbeschreibung

5. 3. 3. 1. Einleitung

Herr Prof. Dr. W.-D. GRIMM stellte mir dankenswerterweise seine Sammlung von Schwermineralvergleichspräparaten zur Verfügung. Sie waren bei der Einarbeitung äußerst hilfreich. Als Liefergebiete für die untersuchten Sedimente kommen die

Alpen und das Moldanubikum in Frage. Die Alpen sind epi- bis mesozonal geprägt, und das Moldanubikum weist katazonale Prägung mit migmatitischen Gesteinskomplexen auf (vgl. GRIMM, 1957, S. 159 ff.).

Die typische alpine Schwermineralvergesellschaftung ist gekennzeichnet durch Epidot (mit Zoisit und Klinozoisit), grüne Hornblende, Disthen und Staurolith.

Die typische moldanubische Schwermineralvergesellschaftung ist charakterisiert durch Andalusit, braune Hornblende, Sillimanit und Zirkon (mit Monazit).

Untypische Mineralien sind die, die in beiden Liefergebieten vorkommen. Als solche gelten Anatas, Apatit, Brookit, Granat, Rutil, Titanit und Turmalin (vgl. EDER, 1955, S. 65 ff. und WOLF, 1954).

Nach der Ablagerung waren die Schwerminerale der Verwitterung und Diagenese ausgesetzt. BOENIGK (1983, S. 45) gibt folgende Reihe mit abnehmender Verwitterungsempfindlichkeit an:

Zirkon, Turmalin, Rutil, Anatas, Brookit, Disthen, Andalusit, Sillimanit, Titanit, Staurolith, Epidot, Monazit, Glimmer, Hornblende, Granat, Apatit, Karbonat.

Der Glaukonit, der zusätzlich zu den Schwermineralien bestimmt wurde, ist eine typische Mineralneubildung während der Sedimentation. Er bildet sich ausschließlich im marinen Schelfbereich. Er wandelt sich postsedimentär sehr leicht in Limonit um.

5. 3. 3. 2. Einzelbeschreibung der Minerale

Auf eine Einzelbeschreibung der Schwerminerale wird hier verzichtet. Der Leser kann hierzu bei den älteren Autoren nachlesen.

Der Glaukonit hat im Auflicht eine hell- bis dunkelolivgrüne Farbe. Seine Oberfläche erscheint mattpunktiert bis speckig glatt. Die Körner sind rundlich oder aus miteinander verwachsenen Ellipsoiden aufgebaut. Der Bruch ist glatt und geht immer geradlinig durch das ganze Korn. Es treten aber auch Körner auf, die unregelmäßig zerbrochen waren und an den Trennfugen wieder zusammengeheilt sind. Die Fugen sind dann mit einem hellen Zement verkittet.

5. 3. 4. Ergebnis

5. 3. 4. 1. Schwermineralführung in der OMM

In der OMM, dem Liegenden des OS, können als Hauptgemengteile (größer 10 %) die alpine oder die moldanubische Mineralvergesellschaftung auftreten:

Nördlich von Straß eine Epidot-grüne-Hornblende-Granat- und in Neustift eine Epidot-Andalusit-Sillimanit-Zirkon-Assoziation (vgl. Tab. 13, NEUMAIER & WIESENER, 1939, S. 236 und WOLF, 1956, S. 61).

5. 3. 4. 2. Schwermineralführung im OS und im TS

Im OS von Karglöd unten (vgl. Tab. 13) liegt eine Epidot-grüne-Hornblende-Disthen-Staurolith-Granat-Vergesellschaftung vor. Diese weist als einzige alle Hauptgemengteile der Schwerminerale im OS auf. In den anderen Proben sind einzelne Schwerminerale durch Verwitterungs- oder sedimentologische Vorgänge ausgemerzt. Alle Schwermineralanalysen im OS weisen jedoch auf ein alpinies Liefergebiet hin. Die typisch-moldanubischen Minerale Andalusit, braune Hornblende, Sillimanit und Zirkon (mit Monazit) treten nicht als Hauptgemengteile auf (vgl. auch WOLF, 1956, S. 60).

Der TS nördlich der Donau (vgl. Tab. 13, Walding unten) ist stärker verwittert als der OS südlich der Donau: Der Granat- und Hornblendegehalt ist stark zurückgedrängt. Die Hauptgemengteile sind Epidot, Disthen und Staurolith. Sie weisen auf ein alpinies Liefergebiet hin. Hohe Zirkongehalte, wie sie EDER (1955, S. 75) beschreibt, treten bei Walding nicht auf.

Vergleicht man die Mittelwerte der Schwermineralgehalte der TS nach EDER (1955, S. 75) und WOLF (1956, S. 60) und des OS in dieser Arbeit (HAAS, Tab. 13), so findet man zwischen WOLF und HAAS eine relativ gute Übereinstimmung. Die Werte von EDER differieren allerdings sehr stark (vgl. Tab. 13): Bei ihnen sind die verwitterungsempfindlichen Schwerminerale wie Granat und Hornblende nicht vorhanden, und sie zeigen mit dem hohen Zirkongehalt eine zusätzliche moldanubische Komponente an.

EDER untersuchte die Sedimente im E, HAAS und WOLF arbeiteten im W. Ein Verbindung zwischen beiden Ablagerungsräumen ist im bisherigen Bezugshorizont - dem TS nach EDER und WOLF - nicht unproblematisch (vgl. hierzu EDER, 1955, S. 74) - zur Klärung dieses Problems vgl. 4. 3. 1. und 5. 1. 3. 1..

5. 3. 4. 3. Schwermineralführung in den FD und GS

Die Korngrößenanalyse (vgl. 5. 1. 6. 2.) und die Höhenlage (vgl. Profil C) legten den Schluß nahe, daß es sich bei den FD von Klessing und den GS von Sperklgrub um das gleiche Sediment handelt.

Die FD haben als Hauptgemengteile Epidot, grüne Hornblende, Staurolith und Granat, die GS Epidot und Granat (vgl. Tab. 13). Beide haben daher, und weil die moldanubischen Anteile nur als Nebengemengteile auftreten, alpinen Charakter. Gemeinsam ist den FD und den GS ferner der hohe Granatgehalt (43 und 59 %) und das Auftreten von brauner Hornblende (beidemale 3 %). Die Glimmergehalte (3 und 2 %) und die opaken Anteile (20 und 22 %) weichen ebenfalls nicht stark voneinander ab. Außerdem sind beide Proben karbonatführend (1 und 5 %).

WOLF (1956, S. 61) gibt für die SBM einen hohen Granat-Hornblende-Epidot-Gehalt an. Dieser liegt nach WOLF zwischen 55 und 90 %, was auch bei den untersuchten FD und GS der Fall ist.

Eine ähnliche Schwermineralführung ist aber noch kein Garant für die Gleichheit von liegenden FD (= US) und GS. Der Zusammenhang zwischen den US und den GS im OS-Bereich wird in 4. 3. 7. geklärt.

5. 3. 4. 4. Schwermineralführung in HoS, SB und MH

Der HoS und der SB liegen beide in einem ähnlichen stratigraphischen Niveau (vgl. Abb. 7): Sie teilen die LSWS in einen hangenden und in einen liegenden Teil. Die geröllführenden SB und OMM (OMM-Strandfazies) sind fazielle Sonderausbildungen im Schüttungsbereich eines lokal begrenzten Schotters, nämlich des HoS und des OS.

Der HoS von Hoisberg (vgl. auch GRIMM, 1957, S. 172 f.) und der geröllführende SB vom Gainstorfer Graben haben Epidot, Staurolith und Granat als Hauptgemengteile. Der Granatanteil ist bei beiden sehr hoch (55 und 42 %). Der Anteil der typisch-moldanubischen Mineralien ist sehr klein (vgl. Tab. 13).

Beim Wölfl (vgl. Profil C und 5. 1. 3.) liegt - getrennt durch die FD - ein feinkörniger Schotter über dem OS, der nach WOLF (1956, S. 40, Abb. 24) zum moldanubisch beeinflussten MH zählen muß. Allerdings ergab die Schwermineralanalyse eine Epidot-Disthen-Staurolith-Vergesellschaftung (vgl. Tab. 13). Andalusit, braune Hornblende und Sillimanit sind nur als Nebengemengteile oder Akzessorien vertreten. Der sehr verwitterungsbeständige Zirkon fehlt überhaupt. WOLF (1956, S. 60) gibt jedoch gerade für den MH sehr hohe Zirkongehalte an (12 bis 84 %).

5. 3. 4. 5. Glaukonitgehalt in den liegenden OS-Schichten

Der Glaukonit ist zwar fast in allen bearbeiteten, liegenden OS-Schichten vorhanden (vgl. Tab. 13), aber nur mit wenigen Körnern an der Gesamtmenge beteiligt. Man hat meistens schon Schwierigkeiten, die wenigen Glaukonitkörner in der untersuchten Leichtmineralfraktion (vgl. 5. 3. 2.) von ca. 10 g überhaupt zu entdecken.

In den Sedimenten der OMM sieht man auf Anhieb sehr viele Glaukonite. Ein intensives Suchen wie beim OS erübrigt sich.

Da der Glaukonit in den liegenden Schichten des OS nur sehr wenig vertreten ist, hat er sich wahrscheinlich nicht bei der Sedimentation des OS gebildet. Bei einer authigenen Bildungsweise im OS - wie in der OMM - müßte er häufiger zu finden sein. Es ist wahrscheinlicher, daß der OS marine Schichten aufgearbeitet und vereinzelt Glaukonitkörner in sein Mineralspektrum mitaufgenommen hat (vgl. 5. 1. 4. und 8.).

Schwerminerale

Schwerminerale		Alde Blin Dirn Hauf Hier Karg Kema Maie Raus Schw Stra												Wald		Neus NStr		Kles		Sper		Hols		Gain		Wölff		EDER WOLF HAAS		
		u OS	u OS	u OS	u OS	u OS	u OS	u OS	u OS	u OS	u OS	u OS	u TS	Lieg. d. OS	FD	GS	SB	MH	Mittelwerte OS	TS										
Epidot, (Xlino)Zoisit	2	6	2	30	27	21	12	14	8	24	22	30	25	16	12	11	16	18	19	0	25	15								
Hornblende, grün	3	0	1	4	7	19	7	9	9	9	+	0	2	13	17	8	5	5	4	0	9	8								
Disthen	0	+	1	21	3	12	2	5	2	7	31	32	1	3	2	8	4	8	17	13	5	8								
Staurolith	11	20	10	35	16	22	8	6	3	7	27	20	1	5	18	6	10	17	32	46	18	15								
Anatas	0	0	0	0	0	1	4	2	0	0	0	0	+	0	0	0	1	0	0	0	0	0								
Apatit	0	3	1	+	1	1	0	2	0	1	0	0	2	0	0	1	3	4	0	0	0	1								
Brookit	0	0	0	0	2	1	0	1	+	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1								
Granat	75	59	69	3	41	13	56	54	65	34	1	6	7	59	43	59	55	42	3	0	35	43								
Putil	1	4	1	+	1	5	1	2	0	+	0	1	0	2	1	3	0	0	2	4	2	2								
Titanit	5	4	0	0	+	0	0	0	0	5	0	0	6	+	0	0	0	0	0	0	0	1								
Tormalin	0	2	0	6	1	2	1	+	4	3	4	3	4	2	3	1	2	4	7	8	3	2								
Andalusit	0	0	0	0	0	1	2	6	7	9	8	3	11	0	0	4	0	0	8	4	0	3								
Hornblende, braun	1	1	2	0	0	2	6	1	0	1	0	0	10	0	3	0	0	0	1	0	0	1								
Gillmanit	1	0	0	0	0	1	1	1	3	+	4	2	16	0	1	0	3	6	1	0	0	1								
Zirkon, Monazit	+	1	1	1	0	+	+	0	+	+	1	+	13	1	+	+	4	0	20	1	1									
Summenprozent	99	99	101	100	100	100	100	101	101	101	99	99	101	101	100	102	100	101	99	96	99	102								
Gumme	92	104	103	102	104	101	128	102	103	102	96	96	96	101	127	109	111	100	101	95	99	102								
Alterit	0	4	5	8	5	5	3	4	2	3	5	2	5	4	0	4	9	1	7	0	0	0								
Glas	0	0	0	0	0	0	+	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Glimmer	1	+	3	4	7	1	10	10	11	8	6	5	6	4	3	2	7	7	16	0	0	0								
Karbonat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	7	1	2	0	0	0	0	0								
Opak	17	48	25	52	39	63	41	37	51	43	55	66	42	26	20	22	18	46	66	0	0	0								
Quarz	3	8	0	1	1	1	14	8	6	4	3	4	10	4	4	5	10	4	4	0	0	0								
Schwermineraleanteil	75	40	67	34	45	29	33	42	30	39	30	24	37	56	69	64	54	44	12	0	0	0								
Summenprozent	100	100	100	99	101	99	101	101	100	100	99	101	100	100	101	100	101	100	100	100	100	100								
Gumme	117	259	154	300	214	548	394	244	346	319	403	403	276	227	153	174	135	231	797	96	99	102								
Leichtminerale	0	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	0	++	+	0	0	0	0	0	0	0	0								
Glaukonit	0	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	0	++	+	0	0	0	0	0	0	0	0								

u = unten (liegende Schichten des ...).

Lieg. d. = liegendes des ...

+

++ = reichlich vorhanden.

Mittelwerte = arithmetische Mittelwerte von ...

Lokalitäten:

Alde = Aldersbach, Blin = Blindham, Dirn = Dirnberg,
Hauf = Haufenberg, Hier = Hierling, Karg = Karglöd,
Kema = Kemating, Maie = Maierhof, Raus = Rauscheröd,
Schw = Schwarzmaier, Stra = Straß;
Wald = Walding; Neus = Neustift, NStr = nördlich Straß;
Xles = Xlessing, Sper = Sperklgrub; Hols = Holsberg,
Gain = Gainstorfer Graben (geröllführend), Wölff = Wölfl.

Tab. 13. Schwermineralverteilung und Glaukonitgehalt in OS, TS, Liegendes des OS, PD, GS,

HOS, SB und MH.

6. Terrestrisch-photogrammetrische Untersuchungen

6. 1. Problemstellung

NITHACK (1974) stellte eine photogrammetrische Untersuchungsmethode zur Bestimmung der Schichtenneigung, Gerölleinregelung und Korngrößenverteilung in klastischen Sedimenten (besonders in Schottern) vor. Diese Methode anzuwenden und weiter auszubauen war eine der Aufgaben dieser Arbeit.

Da der OS sehr gut aufgeschlossen ist, glaubte der Autor, daß geeignete Aufnahmen leicht zu erlangen sind. Gefügekundlich wichtig sind im OS-Delta vor allem die Schichtenneigung und die Gerölleinregelung.

HAAS (1980) führte bereits mit dem Kompaß Schichtneigungsmessungen im OS durch. Allerdings wurde dabei kein Wert auf eine große Anzahl von Messungen gelegt, sondern es wurden nur wenige, in der jeweiligen Kiesgrube repräsentative Schichten eingemessen. Dabei waren manche Einheiten wegen ihrer hohen Lage in der Aufschlußwand (maximale Kiesgrubenhöhe ca. 50 m) nicht aufnehmbar.

Mit Hilfe der terrestrischen Photogrammetrie versuchte der Verfasser, durch eine vollständigere Bearbeitung der Schichten ein genaueres Bild über den Deltaschüttungskörper zu erhalten. Auswertbare Photographien von Kiesgruben, die möglichst viele - besonders auch hoch gelegene, sonst nicht zugängliche - Schichten beinhalten, sollten darüber Auskunft geben.

Untersuchungen über die Einregelung der Gerölle im OS wurden bis dahin noch nicht vorgenommen. Hier sollte versucht werden, da Kompaßmessungen zur Gerölleinregelung im Gelände sehr zeitraubend sind, mit Hilfe der terrestrischen Photogrammetrie möglichst rasch zu einem Ergebnis zu kommen. Außerdem war der Zusammenhang zwischen photogrammetrisch bestimmten Korngrößen, die NITHACK (1974, S. 37 ff.) aus den längsten Geröllachsen berechnete, und tatsächlichen, beim Sieben ermittelten Korngrößen bzw. deren Verteilung in einer Summenkurve noch nicht hinreichend geklärt.

6. 2. Aufnahme- und Auswertegeräte

6. 2. 1. Aufnahmegeräte (Kameras)

Sämtliche Geräte (auch die Auswertegeräte, vgl. 6. 2. 2.) befinden sich bei der Arbeitsgruppe Photogeologie und Fernerkundung am Institut für Allgemeine und Angewandte Geologie der Universität München und wurden vom Leiter (Prof. Dr. J. BODECHTEL) dankenswerterweise zur Verfügung gestellt.

Für die Aufnahmen verwendete der Verfasser die SMK (Stereo-Meß-Kammer) 120, die TMK (Terrestrische Meß-Kammer) 12 und die TMK 6 der Firma ZEISS (vgl. NITHACK, 1974, S. 13; JASKOLLA & MÜNZER, 1979, S. 149). Eine SMK-Ausführung besteht aus zwei Kameras, die über eine Schiene fest miteinander verbunden sind; die TMK-Ausführung umfaßt nur eine Kamera.

Um ein auswertbares Stereobildpaar zu erhalten, muß das Untersuchungsobjekt von zwei verschiedenen Punkten, im entsprechenden Abstand (= Basisentfernung) zueinander ausgerichtet, photographiert werden. Der Vorteil des SMK-Typs ist offensichtlich: Bei einer gleichzeitigen Belichtung von rechter und linker Kamera über einen Drahtauslöser kann eine Desorientierung der Photos leicht vermieden werden. Eine aufwendige Ausrichtung des Bildpaars im Auswertegerät (Planimat D 2, vgl. 6. 2. 2.) entfällt. Beim TMK-Typ muß die Kamera umständlich von einem Aufnahmepunkt zum anderen transportiert werden und u. U. neu justiert werden. Allerdings ist das System vielseitiger einsetzbar, da die Basisentfernung variiert werden kann.

Das Verhältnis Basisentfernung (= Kameraabstand bei den Aufnahmen im Gelände) zum Abstand Untersuchungsobjekt - Kameras (= Aufnahmeentfernung) soll 1 : 10 betragen (NITHACK, 1974, S. 13). Es kann geringfügig über- oder unterschritten werden, wenn ein dann kleinerer Stereobereich für die Auswertung ausreichend ist.

6. 2. 2. Auswertegeräte

Die Stereobildpaare wertete der Autor am Planimat D 2 der Firma ZEISS, einem photogrammetrischen Gerät erster Ordnung (NITHACK, 1974, S. 17), aus. Die in diesem Gerät ermittelten Meßpunkte (= Landepunkte) wurden über die Ecomat-11-Anlage auf Lochkarten gestanzt. Diese kombinierte der Verfasser mit entsprechenden FORTRAN-Programmen (GELI, KRNSRT, PLANI). Die maschinelle Verarbeitung der Daten erfolgte im Batch-Betrieb an den beiden CYBER 175 im Leibniz-Rechenzentrum (der Bayerischen Akademie der Wissenschaften). Als Endresultat bekam der Autor vom Rechner bestimmte Werte (Streich- und Fallwerte und Längenmaße) und geplottete Diagramme (der unteren Lagenhalbkugel des Schmidt'schen Netzes).

Am Planimat D 2 arbeitete den Verfasser Herr Dipl.-Geol. U. MÜNZER ein, und die Rechenprogramme stellte Herr Dipl.-Phys. Dr. J. HENKEL zusammen.

6. 3. Arbeitsweise

6. 3. 1. Allgemeines

Um eine Kontrollmöglichkeit über die photogrammetrisch bestimmten Daten zu haben, ist es üblich, in jedem Stereobildpaar eine Tafel mit bekannter Orientierung (Messen von Streichen und Fallen mit dem großen Breithauptkompaß im Gelände) mitzuphotographieren. Zusätzlich kann mit diesen Kontrollwerten die Lage der Aufnahmeebene (= Basis oder Kameraachse) berichtigt werden. Die Basis ist die Richtung, welche die beiden, für ein Stereobildpaar notwendigen Aufnahmestandpunkte (6. 2. 1.) miteinander bilden. Diese wird im Gelände mit dem Kompaß eingepeilt.

6. 3. 2. Schichtenneigung

6. 3. 2. 1. Aufnahmetechnik zur Schichtenneigung

Im Gelände wählte der Verfasser den Abstand Untersuchungsobjekt-Kamera stets größer als sechs Meter, um Photos zur Schichtenneigung zu bekommen. Eine Aufnahmeentfernung von ca. 10 m mit der SMK 120 (vgl. 6. 2. 1.) erwies sich als günstig, weil das Photo dann ausreichend große Kiesgrubenwände für eine Vielzahl von Schichtneigungsmessungen beinhaltet. Aufnahmen in einem größeren Abstand als 50 m zum Objekt mit der TMK 12 wurden nicht ausgewertet. Die einzelnen Schichtausbisse sind dann für Messungen im Planimat D 2 nicht mehr genau genug erkennbar.

Allerdings kann man die obigen Entfernungsangaben nicht direkt miteinander vergleichen, da sie sich auf verschiedene Meßkammern beziehen. Die TMK 12 ist - im Unterschied zu den anderen Systemen - eine eigens konstruierte Tele-Kamera, die bei gleichem Bildbereich eine größere Aufnahmeentfernung ermöglicht - außerdem verringert sich das Basis-Entfernungsverhältnis (vgl. JASKOLLA & MÜNZER, 1979, S. 150 f.).

Da Zusatzeinrichtungen zum Neigen der Meßkammern bei der Arbeitsgruppe Geowissenschaftliche Fernerkundung nicht zur Verfügung standen, ist bei sämtlichen Aufnahmen zur Schichtenneigung die Orientierungsvorschrift für die Kameras sehr ungünstig. Diese müssen genau vertikal mit der Bildebene ausgerichtet werden, d. h. der vertikale Öffnungswinkel der ausgerichteten Kamera wird von einer Horizontalen, die etwas höher liegt als der Grubengrund, auf dem das System steht, halbiert. Die Kamera kann also nur mit der oberen Hälfte des Öffnungswinkels (= oberer Teil des Photos) anstehende Grubenteile erreichen, die sich für Messungen eignen. Der untere Teil des Photos geht für die Auswertung verloren, da er nur das Grubensohle und Geröllhalden beinhaltet.

Durch eine Kippung der Aufnahmeebene (= x-y-Ebene im Koordinatensystem des Planimat D 2, vgl. 6. 3. 2. 2.) aus der vertikalen in eine schräge Lage könnte man einen Auswertebereich bekommen, der die gesamte Bildfläche einnimmt. Zusätzlich wäre man in der Lage, höhere Aufschlußwandteile mit einem geringeren Aufnahmeabstand zu erreichen. Diese kleinere Aufnahmeentfernung würde eine größere räumliche Tiefe im Stereobild als jetzt möglich erlauben.

Bei den Schichtneigungsmessungen muß darauf geachtet werden, daß das Aufnahmeobjekt eine ausreichend große räumliche Tiefe aufweist. Aus diesem Grund photographierte der Verfasser hier keine glatten Kiesgrubenwände, sondern nur Schichten, die von mindestens zwei Seiten tief angeschnitten werden (vgl. im Gegensatz dazu 6. 3. 3. 1.).

6. 3. 2. 2. Meß- und Auswertetechnik zur Schichtenneigung

Die Lage einer Schichtfläche im Raum wird durch Streich- und Fallwerte bestimmt. Diese kann man direkt im Gelände mit dem Kompaß messen (vgl. 6. 3. 1.) oder indirekt im Stereobild aus den x-, y- und z-Koordinaten von drei verschiedenen Punkten, die auf der Schichtfläche liegen, berechnen.

Das Koordinatensystem besteht bei der photogrammetrischen Interpretation aus drei aufeinander senkrechten Achsen (vgl. NITHACK, 1974, S.19 und Abb. 42):

Die x-Achse ist identisch mit der im Gelände gemessenen Basis (vgl. 6. 3. 1.). Sie ist die Richtung, welche die zwei, für ein Stereopaar notwendigen Kamerastandpunkte miteinander bilden. Sie stellt die Schnittgerade zwischen einer horizontalen Ebene und der Aufnahmeebene dar (Richtung von links nach rechts im Stereobild).

Die y-Achse ist die Schnittgerade der Photoebene mit einer winkelig zu ihr stehenden vertikalen Ebene (Richtung von unten nach oben im Stereobild).

Die z-Achse steht senkrecht zur Bildebene; sie ist für die räumliche Tiefe im Stereobild verantwortlich (Richtung von vorne nach hinten im Stereobild).

Die Richtungen von x- und y-Achse fährt man bei der Auswertung am Planimat D 2 mit Handrädern und die z-Richtung mit der Fußscheibe ab.

Um die Streich- und Fallwerte zu erhalten, landet man dreimal mit der Meßmarke des Planimat D 2 auf der Ausblölinie der Schichtfläche und stanzst über die Registrieranlage Ecomat 11 die jeweils zugehörigen x-, y- und z-Koordinaten auf einer Lochkarte ab ("Flächenprogramm", drei Punkte mit Koordinaten als Datensatz). Hierfür sucht man nur solche Punkte aus, deren Verbindungsgeraden ein Dreieck ohne stark spitzwinklige Winkel bilden, um den Meßfehler gering zu halten (vgl. 6. 4. 2. 3.).

Das Programm "PLAN1" (von der Arbeitsgruppe Photogeologie und Fernerkundung bereitgestellt) rechnet die Planimatdaten (x-, y- und z-Werte) in Streich- und Fallwerte um (vgl. NITHACK, 1974, S. 17 ff.). Diese verarbeitet man mit dem Programm "GELI" (vgl. ADLER, KRÜCKEBERG, PFISTERER, PILGER & SCHMIDT, 1968) zum endgültigen Gefügediagramm im Schmidtschen Netz.

6. 3. 3. Gerölleinregelung und Korngrößenbestimmung

6. 3. 3. 1. Aufnahmetechnik zu den Geröllmessungen

Um die einzelnen Gerölle im Photo gut erkennen zu können, muß man mit der Kamera nahe an die Aufschlußwand herangehen (vgl. NITHACK, 1974, S. 45, Abb. 18). Für diese Bilder im Nahbereich verwendete der Verfasser die TMK 6 mit der Vorsatzlinse Nr. 5 für ca. 1 m (vgl. NITHACK, 1974, S. 39) und mit der Vorsatzlinse Nr. 1 für ca. 0,5 m Aufnahmeabstand. Man muß hierzu eine ebene, vertikal stehende Aufschlußwand (im Gegensatz zu 6. 3. 1.) photographieren, da der Tiefenschärfenbereich bei Nahaufnahmen klein ist - beim geringeren Abstand

von oben ist das Bild nur in der Aufnahmeentfernung von 0,42 bis 0,52 m scharf; weiter hinten oder weiter vorne liegende Wandteile sind im Photo unscharf und können nicht im Planimat D 2 vermessen werden.

Zusätzlich zu einer Kontrolltafel mit bekannten Streich- und Fallwerten, die bei allen Bildern aufgenommen wurde, muß hier noch ein Maßstab (z. B. ein Meterstab) in der Aufnahmeentfernung mitphotographiert werden.

Dieser ist bei der Auswertung notwendig, um ein Vergleichsmaß für die Geröllkorngröße zu haben (vgl. NITHACK, 1974, S. 15).

6. 3. 3. 2. Meß- und Auswertetechnik zu den Geröllmessungen

6. 3. 3. 2. 1. Allgemeines

Im Gegensatz zu 6. 3. 2. - Schichtflächen - werden hier Lineare bestimmt. Für die Bestimmung der Raumlage und Länge eines Linears genügen zwei Punkte. Deren Koordinaten (x-, y- und z-Werte) werden (vgl. 6. 3. 1. 2.) durch Landen der Meßmarke im Stereobild des Planimat D 2 bestimmt und über die Registrieranlage Ecomat 11 auf eine Lochkarte gestanzt ("Linearprogramm", zwei Punkte mit ihren Koordinaten als Datensatz). Beim Linearprogramm werden pro Lochkarte zwei Punkte in Koordinatenform gespeichert, beim Flächenprogramm drei (vgl. 6. 3. 2. 2.). Die entsprechende jeweilige Anweisung steht auf einer Lochkarte, die beim automatischen Betrieb (Übernahme der Punktkoordinaten vom Planimat D 2) an der IBM-Stanzmaschine mitläuft. Diese Karte gewährleistet die Ablochung der Daten (Punktkoordinaten) an bestimmten Lochkartenspalten.

6. 3. 3. 2. 2. Frühere Arbeiten

NITHACK (1974, S. 20 Abb. 9 und S. 52) bestimmte in seinen Nahaufnahmen (1 m Aufnahmeabstand) nur die Orientierung und Länge der größten Geröllachsen (= a-Achsen). Aus diesen Daten fertigte er Geröleinregelungsdiagramme und Kornsummenkurven an. Er legte hierfür ein Raster über das Photo und bestimmte die Lage und den Betrag der längsten Geröllachsen, die genau an den Gitterpunkten lagen (vgl. NITHACK, 1974, S. 39).

NEUMANN-MAHLKAU (1967) führte Messungen des größten sichtbaren Korndurchmessers in zweidimensionalen Photos durch, berechnete daraus eine Kornsummenkurve und verglich sie mit dem Ergebnis der Siebanalyse des Photobereichs. Dieser Autor gibt an (NEUMANN-MAHLKAU, 1967, S. 257), daß 300 - 400 Messungen an verschiedenen Geröllen ausreichend für die Bestimmung der Kornverteilung in grobklastischen Sedimenten sind. NITHACK (1974, S. 39) legte seinen Diagrammen max. 525 längste Geröllachsen zugrunde.

Verteilt man die Meßstellen im Photo - wie obige Autoren - auf Gitterpunkte eines Rasters, so hat man am Meßpunkt mehrere Möglichkeiten, ein Korn zu vermessen, da die Landemarke im Planimat D 2 in der Regel nicht auf einem einzigen Korn liegt. Diese Freiheit hat man bei einer flächigen Auswertung des Photos - wie in dieser Arbeit - nicht. Hier werden nämlich alle erkennbaren Körner vermessen, die in einer bestimmten Fläche liegen.

Allerdings spielt hier die subjektive Auswahl der Auswertefläche eine Rolle. Dies ist jedoch nicht unbedingt von Nachteil, da man scharf abgebildete Photopartien, die der geschätzten Gesamtverteilung des Sediments nahekommen, gezielt auswählen kann. Auch die Auswahl des gesamten Bildbereichs beim Aufstellen der Kameras und die Lage einer Schlitzprobe für eine Siebanalyse sind subjektiv.

6. 3. 3. 2. 3. Im Stereobild erkennbare Meßgrößen

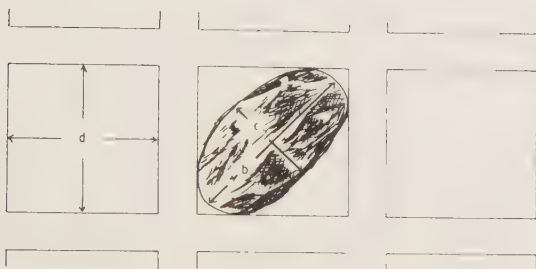
Die Größe der Landemarke im Stereobild läßt eine Längenmessung bei Nahaufnahmen mit 1 m Aufnahmeabstand von bis zu 2 mm ohne Schwierigkeiten zu; bei einem Aufnahmeabstand von 0,5 m kann man leicht bis auf 1 mm heruntermessen (vgl. NITHACK, 1974, S. 45, Abb. 18). Allerdings wird die Strichdicke einer normalen Millimeter-Einteilung des Vergleichsmaßstabes (vgl. 6. 3. 3. 1.) bei einer Objekt-Kamera-Entfernung von 0,5 m im Planimat D 2 schon leicht breiter als die Landemarke. Man muß sich hier bei der Längenvergleichsmessung bemühen, genau in der Mitte des Einteilungsstriches zu landen.

Die einzelnen Geröllachsen (längste: a-, mittlere: b- und kleinste: c-Achse), die aufeinander senkrecht stehen und die Lage und Größe eines Korns bestimmen, lassen sich bei der Stereobildbetrachtung am Planimat D 2 erkennen (vgl. aber 6. 4. 3. 6.). Ihre absoluten Längen sind jedoch, da ein Teil des einzelnen Gerölls in der Wand steckt, nicht immer sichtbar. Es ist also nicht möglich, pro Geröll nur Achsen (z. B. längste Geröllachsen) in ihrer wahren Länge eindeutig einzumessen (vgl. aber NITHACK, 1974, S. 21 und 6. 3. 3. 2. 2.).

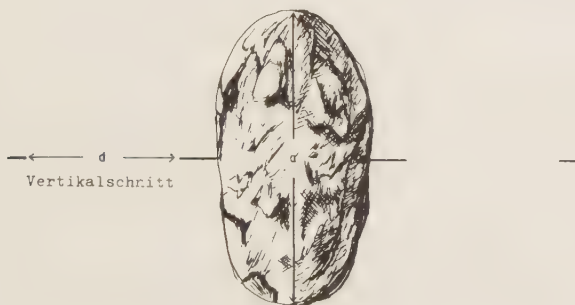
6. 3. 3. 2. 4. Siebanalyse, Gerölleinregelung und zugehörige Geröllachsen

Sieb- und Gerölleinregelungsanalyse sind zwei verschiedene sedimentologische Untersuchungsmethoden, die von vorneherein wenig miteinander zu tun haben. Sie beschreiben in dieser Arbeit lediglich das gleiche Sediment.

Bei der Siebung wird ein Sediment hier durch Quadratlochsiebe (vgl. Abb. 39) durchgeschüttelt und in einzelne Kornfraktionen zerlegt. Diese stellt man dann in einer Summenkurve in Gewichtsprozenten dar (vgl. DIN 18.123, 1971, S. 8, Bild 5).



Horizontalschnitt



Vertikalschnitt

Abb. 39. Horizontal- und Vertikalschnitt durch ein Quadratlochsieb mit Geröllkorn (a = a-Achse, b = b-Achse, c = c-Achse, $> d$ = Korngröße).

Abb. 39 zeigt, wie sich ein Geröllkorn bei der Siebung auf einem Quadratlochsieb ausrichtet. Die Loch- oder Maschenweite eines Quadratlochsiebs wird mit d , der Quadratseitenlänge, angegeben. Ein Korn, das durch das Sieb fällt, wird in der Kornsummenkurve als kleiner d dargestellt; ein Geröll, das auf dem Sieb liegen bleibt, als größer d .

Ein Geröllkorn fällt dann durch das Sieb, wenn seine kleinste Querschnittsfläche durch das Quadratloch paßt. Beschreibt man das Geröll nach seinem längsten (a-Achse), mittleren (b-Achse) und kleinsten (c-Achse) Durchmesser, die aufeinander senkrecht stehen, dann wird diese Fläche von der b- und c-Achse bestimmt. Die a-Achse hat kaum Einfluß auf den Absolutbetrag der Korngröße d: Extrem stengelige Gerölle haben zwar lange a-Achsen, aber eine kleine Siebkorngröße. Allerdings werden die a-Achsen i. allg. länger, wenn die kleinste Querschnittsfläche des Gerölls wächst.

Die mittlere Geröllachse b kommt der Siebkorngröße d umso näher, je größer die c-Achse wird. Sind b- und c-Achse gleich lang, dann ist dieser Betrag mit der Siebkorngröße d identisch. Wird die c-Achse immer kleiner, dann nähert sich die b-Achse der Länge der Diagonalen D im Quadratloch an (vgl. Abb. 36). Für diese gilt nach PYTHAGORAS:

$$D = \sqrt{d^2 + d^2} = d \sqrt{2} = \text{ca. } 1,4 d.$$

Daraus ergibt sich für die Länge der b-Achse, daß sie zwischen den Werten d und 1,4 d schwankt. Sie ist also genauso lang oder bis zu 1,4fach länger als die beim Sieben ermittelte Korngröße. I. allg. wird die b-Achse etwas länger als die Korngröße d sein, da die Extremwerte der c-Achse (c-Achse sehr klein oder nahe der Länge der b-Achse) wohl eher die Ausnahme bilden.

Bei den Gerölleinregelungsvorgängen ist die b-Achse von untergeordneter Bedeutung. Hier interessiert mehr die Einstreuung und Einkippung von Geröllen durch Strömungen, also die räumliche Einregelung von a- und c-Achsen (vgl. z. B. SUTTER, 1963, S. 8).

6. 3. 3. 2. 5. Meßtechnik zu den Geröllmessungen

Die Photos wurden vom Verfasser flächig mit Hilfe eines Rasters ausgewertet (vgl. 6. 3. 3. 2. 2.). Hierfür gliederte er die Fläche der belichteten Glasplatte von 90 x 100 mm in Quadrate von 5 x 5 mm. Um ein derartiges Quadrat jederzeit wiederzufinden, nahm der Autor ein Raster mit 10-mm-Zeilen (Zeilen 0 bis 9 von oben nach unten) und 10-mm-Spalten-Abstand (Spalten 0 bis 7 von links nach rechts). Die sich ergebenden Rasterflächen von 10 x 10 mm wurden in vier Auswertequadrate unterteilt. (Die Rasterfläche (= Quadrant) 11 z. B. ist die Schnittfläche von erster Zeile und erster Spalte.)

Zum Messen ordnete der Verfasser die Auswertequadrate in gleichen Abständen vertikal an (ähnlich wie eine Schlitzprobe für eine Siebanalyse) und wertete so viele Quadrate vollständig aus, bis ca. 400 Körner vermessen waren.

Da die Geröllachsen nicht immer in ihrer absoluten Länge im Stereobild des Planimat D 2 erkennbar sind (vgl. 6. 3. 3. 2. 3.) und einzelne Geröllachsengruppen nur einen engen Fragenkomplex beantworten können (vgl. 6. 3. 3. 2. 4.), wurden sowohl a-, als auch b- und c-Achsen eingemessen. Pro Geröll be-

stimmte der Verfasser zwei verschiedene Achsen (a- und b-, a- und c- oder b- und c-Achsen), wobei mindestens eine ihre tatsächliche Länge haben mußte. Dieses Konzept war bei allen Geröllern durchführbar. Es empfiehlt sich hier, pro Korn immer die Achsen einzumessen, die mit der größten Länge aufgeschlossen sind, um den Fehler beim Landen der Meßmarke möglichst gering zu halten.

Die Geröllachsen wurden in sechs Gruppen eingeteilt (vgl. Tab. 14): Absolute a-, b- und c-Achsen mit wahrer Länge und relative a-, b- und c-Achsen mit zu kurzer Länge. Um aufzuzeigen, welchen prozentualen Anteil die einzelnen Achsengruppen an der Gesamtmeßzahl haben, sind in der Tab. 14 die Bilder Schöllnöd 22 und Klessing 34, bei denen ein statistisch ausgewähltes Viertel der Photofläche bearbeitet wurde, angeführt. Bei Schöllnöd wurden 2.028 Körner (= 4.056 Achsen) und bei Klessing 1.463 Körner (= 2.926 Achsen) ausgemessen. Relative b- und c-Achsen traten kaum auf. Den größten Anteil an der Gesamtmeßzahl (= doppelte Geröllanzahl) haben die absoluten b-Achsen mit 45,2 bzw. 45,9 %. Absolute a-, absolute c- und relative a-Achsen haben mit etwa 20 % gleiche Anteile.

Es ergab sich, daß bei mehr als 90 % (vgl. Tab. 14) der Gerölle absolute b-Achsen, die den Siebkorngrößen sehr nahe kommen (vgl. 6. 3. 3. 2. 4.), einmeßbar waren. Aus diesen absoluten b-Achsen berechnete der Verfasser die Kornverteilung, die er auf das Gesamtsediment übertrug.

Da der Autor pro Geröll die Raumlage von zwei Achsen bestimmte, konnte er die Orientierung der fehlenden dritten Achse berechnen: Sie bildet das Lot zu der Fläche, welche die beiden bekannten Achsen aufspannen (Kreuzprodukt von zwei Vektoren). Diese gemessenen und berechneten Daten legte der Verfasser den Diagrammen zur Einstreuung (a-Achseneinregelung) und Einkippung (c-Achseneinregelung) zugrunde.

Achsenlänge	Achsenrichtung	Schöllnöd 22	Klessing 34
abs a richtig	richtig	17,1 %	11,5 %
abs b "	"	45,2 %	45,9 %
abs c "	"	16,6 %	27,3 %
rel a zu kurz	"	20,1 %	15,0 %
rel b " "	"	1,0 %	0,4 %
rel c " "	"	0,0 %	0,1 %
Gesamtprozent		100,0	100,0
Achsensumme		4 056	2 926
Anzahl d. Gerölle (= 1/2 Achsensumme)		2 028	1 463
abs b erfaßt ... % d. ausgemessenen Gerölle		90,4 %	91,9 %
abs a = /a/ = absolute Geröll-a-achse abs b = /b/ = " " b " abs c = /c/ = " " c " rel a = relative " a " rel b = " " b " rel c = " " c "			

Tab. 14. Empirisch ermittelte Verteilung der verschiedenen Geröllachsengruppen bei der Photointerpretation (Photo 22 und 34).

6. 3. 3. 2. 6. Auswertetechnik zu den Geröllmessungen

Da die Photos sehr differenziert bearbeitet wurden (vgl. 6. 3. 3. 2. 5.), mußten die einzelnen Lochkarten oder Datensätze, die jeweils die Koordinaten der Endpunkte eines Linears (vgl. 6. 3. 3. 2. 1.) beinhalten, manuell bei jeder Messung mit Kennungen versehen werden:

Spalte 6: Zeile des ausgewerteten Quadranten,

Spalte 7: Spalte des ausgewerteten Quadranten,

Spalte 8: Art der Achse (0 = a-Achse,

1 = b-Achse,

2 = c-Achse),

Spalte 9: Art der Länge (0 = relativ,

1 = absolut) und

Spalte 53 und 54 der Lochkarte: Nummer des Gerölls.

Pro Geröll sind zwei Lochkarten vorhanden, da jeweils zwei Lineare (= zwei verschiedene Geröllachsen pro Korn) eingemessen wurden.

Mit dem Programm "KRNSORT" werden aus den Planimatdaten die Streich- und Fallwerte der a- und c-Achsen berechnet. Diese verarbeitet man mit dem Programm "GELI" zu Gefügediagrammen im Schmidtschen Netz weiter.

Das Programm "KRNSORT" berechnet außerdem die Quadrate der gemessenen absoluten b-Achsen und summiert sie im jeweiligen Siebintervall. Rechnet man diese Summen in Prozent um, so erhält man eine Kornsummenkurve, die derjenigen der Siebanalyse vergleichbar ist (vgl. 6. 4. 4.).

6. 4. Ergebnis

6. 4. 1. Schichtenneigung

6. 4. 1. 1. Einzeldiagramme zur Schichtenneigung

Da alle Einzeldiagramme (insgesamt wurden elf untersucht) zur Schichtenneigung ähnlich aussehen, wird im folgenden nur ein Diagramm exemplarisch beschrieben.

Die photogrammetrisch bestimmten Schichtneigungsdiagramme im OS stellen Isolinien auf der unteren Lagenhalbkugel des Schmidtschen Netzes dar. Diese Linien mit 1,1/ 2,1/ 3,1/ 5,1/ 7,1/ 9,1/ 12,1/ 15,1/ 20,1 und 25,1 % Belegdichte bei einer Auszählkalottengröße von 1 % der Netzfläche und mit einheitlicher Wichtung 1 der Einzelmessungen (vgl. ADLER, KRÜCKEBERG, PFISTERER, PILGER & SCHMIDT, 1968, S. 33, Befehl /COUNTP) zeichnen die Verteilung der ermittelten Schichtflächenlote (SFL) nach (vgl. Tab. 15). Deren Anzahl und die Schichtausbildung im Stereobildbereich sind angegeben. Im Diagramm sind außerdem die Lage der Aufnahmeebene (AE) (vgl. 6. 3. 1.) und die Lage des Aufschlusses (kleine Pfeile) eingetragen. Außerdem ist die von HAAS (1980) mit Kompaßmessungen in den jeweiligen Kiesgruben ermittelte Schüttungsrichtung (SR) eingezeichnet. Diese zeigt in die Richtung des Schichtenfallens (vgl. HAAS, 1980), also vom Verteilungsmaximum der Schichtflächenlote weg.

Alle untersuchten Stereobilder haben eine räumliche Tiefe (ebene Aufschlußwände wurden hier nicht photographiert, vgl. 6. 3. 2. 1.), und die Vergleichsmessungen im Gelände wurden photogrammetrisch bestätigt.

Die abgeleiteten Diagramme zeigen eine Beziehung zur Richtung der beiden Aufnahmestandpunkte (vgl. Abb. 40): Die Schichtflächenlote streuen im Diagramm um eine Ebene, die senkrecht zur Aufnahmeebene liegt.

Dies ist immer der Fall, selbst dann wenn eine derartige Verteilung nicht möglich ist: In der Abb. 40 (6 Hierling) wurde z. B. eine in einer Richtung einheitlich schräg geschichtete Wand aufgenommen (vgl. Abb. 41). Es sind also hier nur Schichtflächenlote vorstellbar, die um eine Fallrichtung streuen. Trotzdem treten auch Schichtflächenlote auf, die entgegengesetzt einfallen.

Tab. 16 gibt einen Überblick über die einzelnen Diagramme der Kiesgruben. Der Winkel zwischen der - graphisch im Schmidt'schen Netz bestimmten - Streichrichtung der Schichtflächenlote und der zugehörigen Aufnahmeebene liegt zwischen 80 Grad (Photo 4 B Kemating) und 105 Grad (Photo 3 Straß), und sein arithmetischer Mittelwert beträgt 92,8 Grad.

Streichrichtung der Schichtflächenlote und Basisrichtung (= Richtung von einem zum anderen Aufnahmepunkt des Stereobildpaars) stehen also unabhängig vom Aufschluß aufeinander senkrecht. Die Schichtflächendiagramme sind Funktionen der Aufnahmeebenen: Die Auswahl der Aufnahmepunkte ist entscheidend für die Lage der Auslängung der Isolinien des Diagramms. Diese Einzeldiagramme können keine Aussagen über das Schichtgefüge des OS machen.

Tab. 17 gibt die Liste der Punkte mit maximaler Belegdichte wieder. Diese ist sehr hoch: Sie schwankt zwischen 29,8 und 73,3 %. Die Anzahl der ausgewerteten Schichten ist hingegen niedrig: Es wurden pro Stereobildpaar maximal 126 Schichtausblinien vermessen.

Tab. 15. Legende zu den Abb. 40, 46 mit 51 und 55 mit 60
(Schichtenneigung und Geröllachseneinregelung im OS).

Isolinien: 1,1/ 2,1/ 3,1/ 5,1/ 7,1/ 9,1/ 12,1/ 15,1/
20,1 und 25,1 % Belegdichte.

- | | |
|----|---|
| AE | = Aufnahmeebene (Kameraachse, Basis), die Pfeile zeigen die Lage des Aufschlusses. |
| N | = Norden. |
| x | = Schichtflächenlote (= SFL) oder Polpunkte der Geröllachsen (ab Abb. 50). |
| SR | = mit dem Kompaß bestimmte Schüttungsrichtung im OS (vgl. HAAS, 1980). |
| O | = Gitterpunkte mit maximaler Belegdichte (Belegdichte mindestens 90 % von derjenigen des größten Maximums). |

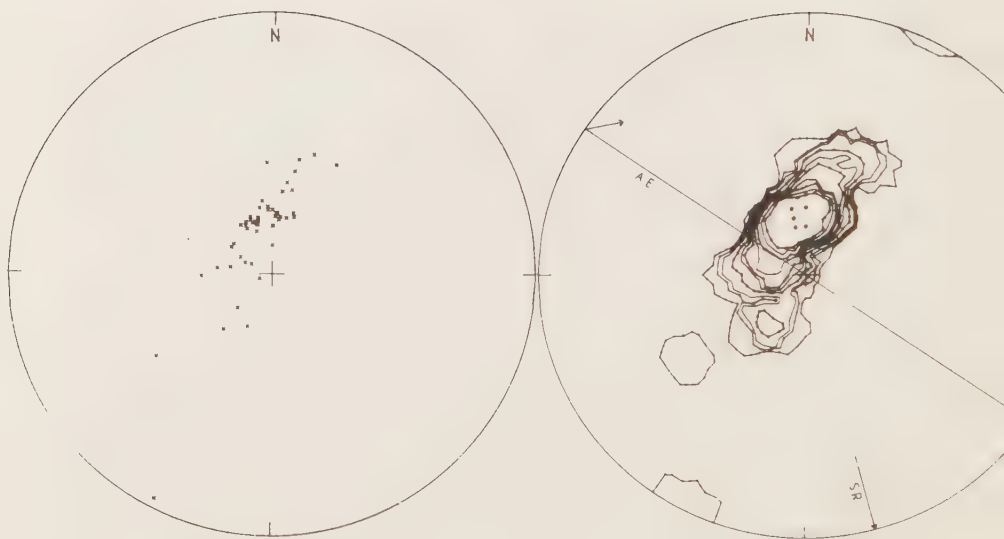


Abb. 40. Photo 6, Hierling, mitte, E-Seite;
Eine einheitlich schräggeschichtete Einheit, 50 SFL.



Abb. 41. Photo 6, Hierling, mitte, E-Seite;
Eine einheitlich schräggeschichtete Einheit im OS.

Photo	MX	O-K	AE	IS	/KA-LS/	AM
9 Blin	SMX 120 17 m	18	ca. 107	89		71
8 Hauf	SMX 120 10 m	19	ca. 117	98		62
A4 Hauf	TMX 12 150 m	147	ca. 57	90		52
5 Hier	SMX 120 10 m	328	ca. 64	94	= 274-180	99
6 Hier	SMX 120 10 m	304	ca. 31	93	= 273-180	50
7 Hier	SMX 120 10 m	308	ca. 34	94	= 274-180	20
4B Kema	SMX 120 10 m	269	ca. 9	80	= 260-180	90
17 Klee	SMX 120 8 m	135	ca. 47	88		126
1 Stra	SMX 120 10 m	179	ca. 77	102		59
2 Stra	SMX 120 13 m	171	ca. 83	86		121
3 Stra	TMX 12 16 m	296	ca. 11	105	= 285-180	30

a. M. W.

92,8

Photo = Nummer Lokalität.

MX = verwendete Meßkammer.

O-K = Abstand Aufnahmeobjekt-Kamera.

AE = Streichen der Aufnahmeebene (Kameraachse, Basis).

Einheit Grad.

LS = Streichen der vertikalen Ebene, um welche die

Schichtflächenlote im Auswertediagramm streuen,

Einheit Grad.

/AE-LS/ = Absolutbetrag der Differenz von AE und LS, teilweise um 180 subtrahiert.

AM = Anzahl der eingemessenen Schichten.

a. M. W. = arithmetischer Mittelwert.

Tab. 16. Übersicht über die photographischen Schichtneigungsmessungen.

	1	2	3
9 Blin	108/81	49,3	71
A4 Hauf	252/72	61,5	52
8 Hauf	288/78	45,2	62
5 Hier	60/72	31,3	99
6 Hier	24/69	62,0	50
7 Hier	18/63	50,0	20
4B Kema	18/63	57,8	90
17 Klee	0/90	40,5	126
1 Stra	276/76	54,2	59
2 Stra	264/78	29,8	121
3 Stra	48/66	73,3	30
Hauf gesamt	276/75	43,9	52 + 62
Hier gesamt	36/72	28,4	55 + 50 + 10
Stra gesamt	276/76	31,4	55 + 1,1 + 30
Stra gewichtet	60/75	42,6	59 + 121 + 30x6

1 = Streichen/Fallen,

2 = Belegdichte in Prozent,

3 = Anzahl der Schichtmessungen.

Tab. 17. Größte Maxima der photographisch bestimmten Schichtneigungen (Darstellung der Schichtflächenlote (lineare) in Wiener Form/ Kalottengröße 1 % der Netzfläche/ Gewichtung immer 1 (außer Stra gewichtet)).

6. 4. 1. 2. Vergleich mit Kompaßmessungen

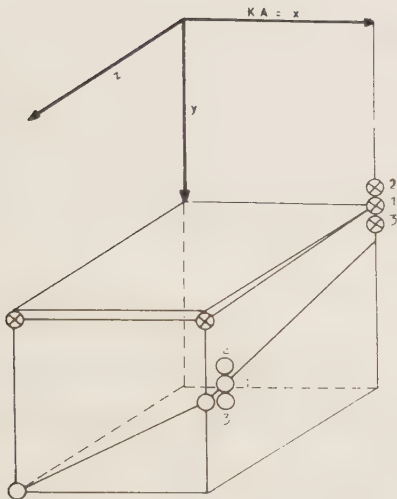
Die Maxima der Verteilung der Schichtflächenlote - bzw. das Feld mit der größten Verteilungsdichte (in die Abb. 40 sind alle Maxima größer als 90 % des größten Maximums als Kreise mit Punkt eingezeichnet) - liegen zum Großteil immer nur auf einer Seite der Aufnahmeebene. Da die Einzeldiagramme ausschließlich senkrecht zur Aufnahmeebene (x-y-Ebene, vgl. 6. 4. 1. 1.) ausgelängt sind, zeigen sie lediglich an, ob die Schichtflächenlote eher zur Bildebene hin oder mehr von ihr weg fallen. Die Fallrichtung der Schichtflächenlote ist durch die Aufnahmestandpunkte vorgezeichnet, und die asymmetrische Lage der Maxima zur Aufnahmeebene stellt die bevorzugte Schichtenneigung oder Schüttungsrichtung in Bezug zur Aufnahme- richtung dar.

Interpretiert man die Einzeldiagramme auf diese Art und Weise (Schüttungsrichtung mehr nach links oder nach rechts von der Aufnahmeebene weg), und teilt man das Schmidtsche Netz mit der Aufnahmeebene in zwei Hälften, so zeigen die von HAAS (1980) ermittelten Schüttungsrichtungen (SR in Abb. 40) fast immer von der Hälfte weg, in der die Verteilungsmaxima der Schichtflächenlote liegen. Beide Untersuchungsmethoden (Kompaßmessungs- und terrestrisch-photogrammetrische Auswertung) widersprechen daher einander nicht.

6. 4. 1. 3. Fehlerquellen beim Landen der Meßmarke am Planimat D 2

Die Schichten im OS können flach oder mittelsteil geneigt sein. Die photogrammetrisch bestimmten Diagramme der Schichtenlote sehen in beiden Fällen im Schmidtschen Netz gleich aus. Abb. 42 stellt oben die Schichtlagerungsverhältnisse im Aufschluß bzw. im Stereobild räumlich dar; unten sind die zugehörigen Durchstichpunkte der Schichtflächenlote (= Polpunkte) im Schmidtschen Netz in der unteren Lagenhalbkugel skizziert. Die Kameraachse (= Basis) oder x-Achse verläuft horizontal, die y-Achse vertikal und z-Achse zu beiden senkrecht (vgl. 6. 3. 2. 2.). Die Kreise mit einem Kreuz stellen die Landepunkte der Meßmarke auf der Ausbißlinie und die zugehörigen Schichtflächenlote einer flachen Neigung dar, die leeren Kreise den Fall des mittelsteilen Schichtfallens (vgl. Abb. 42).

Im ersten Fall ist die Schicht flach nach vorne geneigt. Läßt man die beiden vorderen Landepunkte fest, und legt man eine Landegenauigkeit von einer Meßmarke zugrunde, so ergibt sich, wenn man die Meßmarke hinten zu hoch landet, ein stärkeres Fallen nach vorne. Die durchkreuzten Kreise 1 (richtiges Landen und wahre Schichtneigung) und 2 (zu hohes Landen in der Aufschlußwand) zeigen dies. Setzt man die Meßmarke zu niedrig auf - durchkreuzter Kreis 3 -, so fällt die Schicht entgegengesetzt zur wahren Neigung (durchkreuzter Kreis 1).



1 = richtiges Landen der Meßmarke,
2 = zu hohes Landen der Meßmarke,
3 = zu tiefes Landen der Meßmarke.

o = steile Schichtneigung,
■ = flache Schichtneigung.

KA = Kameraachse oder Basis,
= Horizontale der Aufnahmeebene.

AE = Aufnahmeebene.

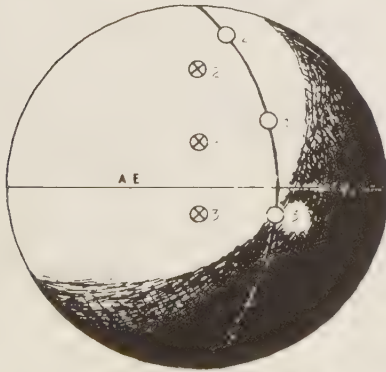


Abb. 42. Landeungenauigkeit im Planimat D 2.

Im zweiten Fall neigt sich die Schicht mittelsteil nach links vorne (wahre Neigung = leerer Kreis 1). Landet man hinten zu hoch, dann fällt die Schicht steiler (leerer Kreis 2), und landet man zu niedrig, dann fällt sie entgegengesetzt zur wahren Neigung (leerer Kreis 3). Die Polpunkte werden hier auf einem, zur Aufnahmeebene senkrecht stehenden Großkreis aus der wahren Lage herausrotiert.

In beiden Fällen - flache und mittelsteile Schichtlage - führt die Ungenauigkeit beim Aufsetzen der Meßmarke auf die Schichtausbißlinie im Stereobild des Planimat D 2 zur Auslängung der Isolinelinien senkrecht zur Kameraachse. Bei flachem Fall sind vorwiegend zu kleine y-Koordinaten für den Meßfehler verantwortlich und bei einer steileren Neigung vor allem eine zu geringe räumliche Tiefe im Stereobild (z-Koordinate). Die größte Verteilungsdichte (Kreise 1 und 2) findet sich auf der Seite der Kameraachse, wo die wahren Schichtenlote (Kreise 1) liegen. Auf der anderen Seite der Basis ist die Verteilungsdichte niedriger (nur Kreise 3).

6. 4. 1. 4. Verbesserungsvorschläge

6. 4. 1. 4. 1. Allgemeines

Vor allem drei Fehlerquellen verfälschen die photogrammetrische Aufnahme der Schichtenlagerung:

- Abhängigkeit der Isoliniendiagramme von der Basisrichtung (6. 4. 1. 2.),
- zu geringe räumliche Tiefe (6. 4. 1. 3.) und
- zu flache Schichtenneigung (6. 4. 1. 3.).

Um von der Basisrichtung unabhängiger zu werden, könnte man das Objekt unter verschiedenen, möglichst aufeinander senkrecht stehenden Winkeln photographieren. Man müßte allerdings darauf achten, daß die jeweiligen Meßzahlen bei der Auswertung gleich sind (vgl. 6. 4. 1. 4. 2.).

Die relative räumliche Tiefe des Stereophotos (= Verhältnis z / x -Komponente) kann man bei günstiger Schichtausbildung vergrößern, wenn man näher an das Objekt herangeht (vgl. 6. 3. 2. 1.). Um nicht gleichzeitig dazu den zu untersuchenden Bereich des Stereobildes zu verkleinern, müßte man die Kamera kippen.

Die flache Schichtenneigung kann man nicht beeinflussen. Jedoch würde eine größere z-Komponente (näheres Herangehen an das Objekt) die hier schwierig zu messende y-Komponente (vgl. 6. 4. 1. 3.) etwas kompensieren.

6. 4. 1. 4. 2. Sammeldiagramme

Für vier Aufschlüsse wurden Sammeldiagramme erstellt und untersucht.

Eine gleichmäßige, flächige Verteilung der Schichtflächenlote, wie sie in Wirklichkeit vorliegt, ergibt sich nicht durch die Kombination der Messungen von winkelig zueinander stehenden Aufnahmerichtungen.

Auch eine unterschiedliche Wichtung, welche die Meßzahl in beiden Aufnahmerichtungen angleicht, führt nicht zum geforderten Ergebnis mit flächiger Verteilung der Schichtflächenlote.

6. 4. 2. Gerölleinregelung

6. 4. 2. 1. Diagramme zur Gerölleinregelung

Die Gerölleinregelung wurde in 13 Stereobildpaaren untersucht. Die sich ergebenden Polpunktdiagramme (im Schmidtschen Netz, untere Lagenhalbkugel) der a- bzw. c-Achsen sind einander sehr ähnlich. Aus diesem Grund werden im folgenden nur zwei Bildpaare beschrieben.

In der Abb. 43 (Photo 22, Aldersbach) wurden 492 und in der Abb. 44 (Photo 34, Klessing) 1.463 Gerölle vermessen. Im zweiten Fall wurden alle, in einem Viertel der maximal möglichen Bildauswertefläche erkennbaren Körner erfaßt (vgl. 6. 3. 3. 2. 5.).

Die a-Achsen regeln sich bevorzugt senkrecht zur Bildebene AE ein. Bei Klessing liegen sie flach, und bei Aldersbach taucht der Großteil der längsten Geröllachsen in einer Richtung von der Aufnahmeebene AE weg ab.

Die Abb. 45 veranschaulicht den Randverlauf der kleinsten Isolinie (1,1 %) der a-Achsen-Orientierung von zehn ausgewerteten Bildpaaren mit annähernd gleicher Meßzahl (jeweils ca. 400) in Abhängigkeit von der Aufnahmeebene. Man sieht auch hier, daß die längsten Geröllachsen in Richtung der Aufnahmeebene kaum eingeregelt sind. Die von NITHACK (1974) in der beigelegten Übersichtskarte angeführten Isoliniendiagramme der a-Achsen-Richtungen sind ebenfalls gleich ausgebildet: Parallel zur Basis (Kameraachse, Aufnahmeebene) liegen kaum a-Achsen.

Die c-Achsen stehen in beiden Abbildungen (Abb. 43 und 44) i. allg. steiler als die a-Achsen und regeln sich bevorzugt entweder senkrecht zur Aufnahmeebene (Aldersbach) oder parallel dazu (Klessing) ein.



a-Achsen.



c-Achsen.

Abb. 43. Photo 32, Aldersbach, 492 photogrammetrisch vermessene Gerölle
(Legende vgl. Tab. 15).



a-Achsen.



c-Achsen.

Abb. 44. Photo 34, Klessing, 1 463 photogrammetrisch vermessene Gerölle
(Legende vgl. Tab. 15).

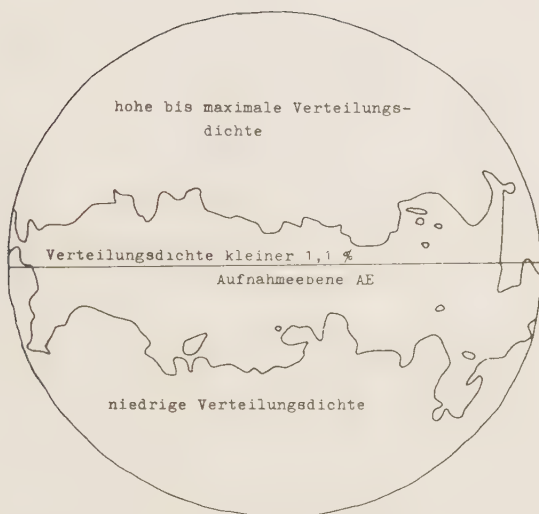


Abb. 45.

Randverlauf der kleinsten Isolinie (1,1 %) der a-Achsenorientierung in Abhängigkeit von der Aufnahmeebene AE im Schmittschen Netz.

Verwendete Photos: Alde 32, Dirn 33, Drit 26, Elex 30, Hauf 25, Karg 23a/ 24a/ 40, Orte 34a, Schw 19.

6. 4. 2. 2. Vergleich mit Kompaßmessungen

Die in den Abb. 43 und 44 photogrammetrisch untersuchten Aufschlußwandteile wurden zusätzlich mit dem Kompaß im Gelände vermessen. Die Gerölle mußten dabei nur in Ausnahmefällen freipräpariert werden. Die Lage der a-, b- und c-Achsen ließ sich meistens erkennen und bestimmen, ohne daß an der photogrammetrisch aufgenommenen Kiesgrubenwand manipuliert werden mußte. Parallel zur photogrammetrischen Messung (vgl. 6. 3. 3. 2. 5.) wurde im Gelände meist die Lage der a- und b-Achse bestimmt; c-Achsen lassen sich, da sie sehr steil stehen, nur schwer einmessen. Diese Gruppe berechnete der Verfasser als senkrechte Richtung zur a- und b-Achse.

Die photogrammetrisch ermittelte Geröllachsenorientierung müßte sich also zum Großteil mit der von den Kompaßmessungen hergeleiteten decken, weil beidemale der gleiche Aufschluß mit analogen Methoden untersucht wurde.

Die Abb. 46 und 47 zeigen die von direkten Kompaßmessungen im Gelände abgeleiteten Verteilungen der Geröllachsen. - In Aldersbach (Abb. 46) wurden die Gerölle mit a-Achsen größer 30 mm und in Klessing (Abb. 47) die Gerölle mit b-Achsen größer 10 mm eingemessen (bei Gerölln mit b-Achsen kleiner 10 mm ist die Einstufung und Einmessung der Geröllachsen ungenau).

Die a-Achsen liegen zum Großteil flacher als die photogrammetrisch bestimmten und die c-Achsen steiler. Beide mit dem Kompaß direkt gemessenen Achsengruppen zeigen keine Abhängigkeit vom Streichen der Bild- oder Anschnittebene. Sie stellen die tatsächliche Orientierung der Gerölle dar (vgl. SUTTER 1962, S. 45 ff.).

Aus den photogrammetrisch erarbeiteten Diagrammen läßt sich nur ablesen, nach welcher Seite die Geröllachsen von der Aufnahmeebene weg bevorzugt abtauchen. Bei sehr flach liegenden Achsen - vgl. Klessing Abb. 44 links - kann man gar keine Aussage machen. Ebenso wenig ist es möglich zu bestimmen, ob mehrere bevorzugte Einregelungsrichtungen vorliegen.

Ein weiterer Unterschied zwischen den Geröllachsenverteilungen aus Kompaß- und Planimat-D-2-Messungen besteht in der Belegdichte der Maxima (vgl. Tab. 18). Die photogrammetrisch bestimmten sind im arithmetischen Mittelwert nicht so stark belegt wie die von direkten Kompaßmessungen hergeleiteten. Dies liegt daran, weil man die Geröllachsen im Stereobild des Planimat D 2 wegen der photographischen Verzerrung im Gegensatz zu Kompaßmessungen im Gelände nicht einpeilen kann. Man muß vielmehr zur Bestimmung der Achse zweimal auf der (sichtbaren) Gerölloberfläche landen. Auf diese Art und Weise verfälscht die Geröllform, die man nur ungenau abschätzen kann, da das Geröll teilweise in der Aufschlußwand steckt, zusätzlich das Meßergebnis und führt zu einer größeren Streuung der Meßwerte.



a-Achsen.



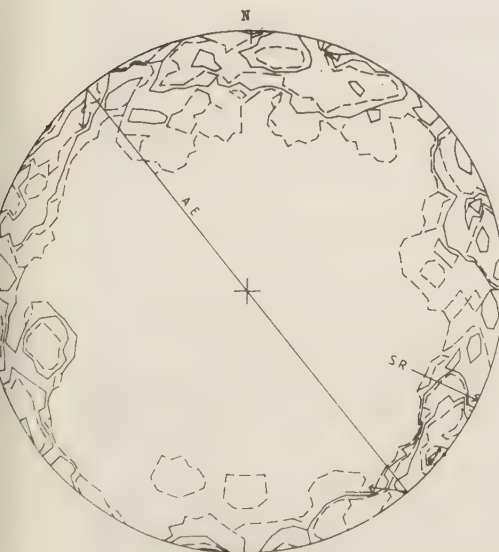
c-Achsen.

Abb. 46.

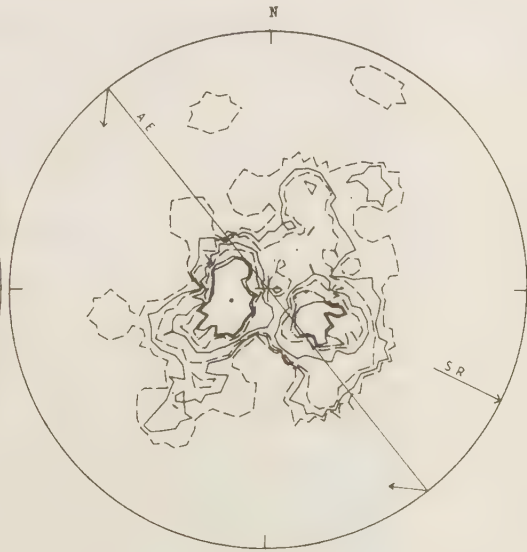
Aldersbach, 100 mit dem Kompaß eingemessene Gerölle im Bildbereich von Photo 32 (vgl.

Abb. 43).

(Legende vgl. Tab. 3)



a-Achsen.



c-Achsen.

Abb. 47.

Klessing, 100 mit dem Kompaß eingemessene Gerölle im Bildbereich von Photo 34 (vgl.

Abb. 42).

(Legende vgl. Tab. 3)

Tab. 18. Größe Maxima der Korreierung (Vergleich von photogrammetrischen und Kompaß-Messungen)

(Darstellung mit Linearen in Wiener Form bei einer Auszählkalottengröße von 1 % der Netzfläche und Gewicht 1 (außer Kles 34 gewichtet) der Geröllachsen).

			a-Achse %	c-Achse %	A		
Alde 32	OS	F gesamt	177/45	3,9	348/48	4,5	492
Alde 32	OS	K a größer 30 mm	189/24	10,1	48/72	12,0	100
Drit 39	OS	F nah,grob,gesamt	243/39	4,1	74/51	4,4	565
Hois -	HoS	K b größer 10 mm	177/3	10,8	36/66	12,7	102
Kles 34	OS	F gesamt	234/3	14,2	252/84	3,6	1 463
Kles 34	OS	F b: 6,3 - 63 mm	57/0	16,3	276/84	4,4	455
Kles 34	OS	F b kleiner 6,3 mm	231/3	15,3	144/42	3,6	898
Kles 34	OS	F ohne b	6/6	6,4	204/84	10,9	110
Kles 34	OS	F gewichtet	54/0	8,4	-	-	1 463
Kles 34	OS	K b größer 10 mm	132/3	11,0	252/78	18,2	100
Scho 22	OS	F ohne b	165/6	7,8	168/84	9,4	180
Stra -	OS	K b größer 10 mm	165/12	13,0	300/78	25,0	100
Arithmetische Mittelwerte der Belegdichten von			{ F 9,6 K 11,2		{ 5,8 17,0		

Arithmetische Mittelwerte der
Belegdichten von

{ F 9,6
K 11,2

{ 5,8
17,0

A = Anzahl der vermessenen Gerölle.

F = photogrammetrisch bearbeitet.

K = Kompaßmessungen.

% = Belegdichte in Prozent.

6. 4. 2. 3. Darstellung der Einregelung verschiedener Geröllgruppen

Im Photo 34 Klessing (Abb. 44) unterteilte der Autor über das Rechenprogramm "KRN SORT" die im Stereobild vermuteten a- und c-Achsen in Abhängigkeit von der Länge der vermuteten b-Achse. Wurde keine b-Achse eingemessen, so faßte der Autor diese Meßwerte zu einer eigenen Gruppe zusammen.

Insgesamt ergaben sich bei Photo 34, Klessing, drei Gruppen mit hinreichend großer Meßzahl (mehr als 45 Gerölle):

- b von 6,3 bis 63 mm, entspricht ungefähr dem Feinkies- und Mittelkiesbereich;
- b kleiner 6,3 mm, entspricht ungefähr dem Feinkies- und Grobsanbereich;
- Länge von b nicht bestimmt, entspricht keinem festen Korngrößenintervall.

In der dritten Gruppe sind die Gerölle zusammengefaßt, bei denen ein Teil b-Achse noch in der Aufschlußwand steckt. Dies sind vorwiegend die Gerölle, die mit der längsten Achse spitzwinkelig bis parallel zum Streichen der Aufschlußwand liegen. Steht die a-Achse ungefähr senkrecht aus der Wand heraus, so ist die b-Achse i. allg. in ihrer ganzen Länge sichtbar (erste und zweite Gruppe von oben).

Aus den Diagrammen (Photo 34, Klessing, nicht abgebildet) läßt sich folgendes ableiten:

- Die a-Achsen der großen Gerölle streuen stärker als die der kleineren, d. h. die a-Achsen größerer Gerölle kommen der wahren Verteilung (Abb. 47) näher.

- Die c-Achsen von kleinen Gerölln liegen vorwiegend in der Aufnahmeebene und die von großen Gerölln streuen auch um eine senkrechte Ebene dazu, d. h. die c-Achsen größerer Gerölle ergeben eher die wahre Verteilung (Abb. 47).
- Die a-Achsen der Gerölle, bei denen der absolute Betrag der b-Achse photogrammetrisch nicht bestimmt werden kann, decken sich sehr gut mit der wahren Verteilung (Abb. 47). Die Felder mit hoher Belegdichte haben die gleiche Lage. Im Bereich der Aufnahmeebene liegen allerdings kaum a-Achsen. Diese Gerölle haben in der Aufschlußwand keine stabile Lage, fallen also eher herunter und können daher bei der photogrammetrischen Analyse nicht berücksichtigt werden.
- Die c-Achsen ohne zugehörige b-Achse streuen um die Aufnahmeebene. Wahrscheinlich wurden nur kleine Gerölle eingemessen (vgl. oben).

6. 4. 2. 4. Einfluß der Geröllgröße

Die Tab. 19 a zeigt die Verteilung der Anzahl der absoluten b-Achsen pro Korngrößenintervall bei einer flächigen Auswertung aller Körner (vgl. 6. 3. 3. 2. 5.). Der größte Teil - 67,7 % - liegt nach den Längen seiner b-Achsen im Feinkiesbereich. Das bedeutet, daß die räumliche Tiefe (z-Koordinate) i. allg. gering ist, weil überwiegend kleine Körner vermessen wurden.

Vor allem das Streichen der Geröllachsen (= Einregelungsrichtung) entspricht in den photogrammetrisch bestimmten Diagrammen nicht der Realität (vgl. 6. 4. 2. 2.). Im Rechenprogramm "KRNSORT" wird es als horizontaler Winkel zur x-Achse nach folgender Formel berechnet (vgl. NITHACK, 1974, S. 19):

$$\cos(\text{Streichen}) = \frac{z_2 - z_1}{\sqrt{\frac{(x_2 - x_1)^2}{2} + \frac{(z_2 - z_1)^2}{2}}}$$

(x_2 , $z_2 = x_1$, z_1 - z-Koordinaten der Meßpunkte (vgl. 6. 3. 2. 2.)).

Für $z_2 = z_1$ (keine räumliche Tiefe) gilt:

$\cos(\text{Streichen}) = 0$;

d. h. Streichen = 90 Grad zur x-Achse (= Basis, Kameraachse, Horizontale der Aufnahmeebene).

Bei einer geringen räumlichen Tiefe könnten also die Geröllachsen eine Einregelungsrichtung senkrecht zur Aufnahmeebene - wie die a-Achsen in Abb. 45 - vortäuschen und das Ergebnis verfälschen.

Um die räumliche Tiefe zu erhöhen, muß man näher an das Objekt herangehen und nur die größten Gerölle einmessen:

Beim Photo 39, Drittenthal (Diagramm nicht abgebildet) beträgt der Abstand Kamera-Objekt 0,5 m (im Gegensatz zu 1 m bei den vorher angeführten Einregelungsdiagrammen), und fast alle untersuchten Gerölle - 90,1 % - liegen mit der Länge

ihrer b-Achse im Mittelkiesbereich (vgl. Tab. 19 b). Das zugehörige Gefügediagramm ist durch folgendes charakterisiert: a- und c-Achsen liegen hauptsächlich auf einer Ebene senkrecht zur Aufnahmeebene; die a-Achsen sind flach und die c-Achsen steil geneigt. Die in 6. 4. 2. 1. beschriebenen Verhältnisse wiederholen sich trotz großer räumlicher Tiefe im Stereobild.

6. 4. 2. 5. Unterschiedliche Wichtung der einzelnen Geröll-a-Achsengruppen

Wichtet man beim Photo 34, Klessing, die a-Achsen ohne zugehörig-gemessene, absolute b-Achse gleichstark wie die anderen a-Achsen, so ergibt sich zwar eine Annäherung an die wahre Einregelung (Abb. 47), aber die nicht realen höchsten Verteilungsdichten senkrecht zur Aufnahmeebene treten wieder auf. Die geringere Wichtung der a-Achsen mit zugehöriger, absoluter b-Achse führt nicht zum wahren Verteilungsbild. Es ist vielmehr besser, diese Achsengruppe im Verteilungsdiagramm überhaupt wegzulassen.

Tab. 19 a.

Verteilung der Anzahl der absoluten b-Achsen pro Kornintervall bei den Photos Alde 32, Dirm 33, Drit 26, Elex 30, Hauf 25, Karg 23a, Karg 24a, Orte 34a und Schw 19.

mm	A32	D33	D26	E30	H25	23a	24a	34a	S19	Summe	%
<1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0,0
1	44	7	53	38	22	14	13	27	58	276	6,9
2	164	128	157	178	159	111	77	212	161	1347	33,7
3,6	137	167	120	168	160	181	128	156	144	1361	34,0
6,3	75	74	42	60	68	105	111	77	86	700	17,5
11,2	32	14	26	33	17	43	37	20	33	257	6,4
20	11	1	2	3	3	5	4	6	2	37	0,9
31,5	5	6	1	1	1	3	0	2	0	16	0,5
63	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,0
										4000	99,9

Tab. 19 b.

Verteilung der Anzahl der absoluten b-Achsen pro Kornintervall bei Abb. 59 (Photo 39, Drit, nah, grob).

mm		
<3,6	0	fg 0,7 %
3,6	4	
6,3	201	mg 90,1 %
11,2	291	
20	43	
31,5	7	gg 2,2 %
63	0	
	546	

gS = Grobsand.
fg = Feinkies.
mg = Mittelkies.
gg = Grobkies.
% = Prozentanteile.

6. 4. 2. 6. Fehlerquellen und Schlußfolgerung

Die photogrammetrisch erarbeiteten Geröllachsendiagramme zeigen fast in jedem Stereobildpaar die gleiche Achsenorientierung: Die a-Achsen liegen flach und hauptsächlich senkrecht zur Aufnahmeebene; die c-Achsen stehen steil, liegen vorwiegend in der Aufnahmeebene und richten sich bei großen Geröllern auch senkrecht zu ihr aus. Zudem streuen die kleinen Gerölle stärker auf der Aufnahmeebene als die großen, d. h. die kleinen Gerölle schmiegen sich an die großen an.

Als Operator am Planimat D 2 kann man diese oben beschriebenen Verhältnisse an jedem bearbeiteten Stereobild gefühlsmäßig bestätigen. Dieser subjektive Eindruck ist bei der Auswertung ausschlaggebend, denn als Bearbeiter entscheidet man selber über die Lage der Achsen im Geröll und mißt sie dann ein. Die Messung ist dem Betrag nach sicher richtig, aber der subjektive Eindruck bestimmt die Einstufung in längste, mittlere und kurze Geröllachse.

Das Stereobild im Planimat D 2 ist gegenüber der Realität verzerrt: Es ist in der z-Richtung überhöht, und die Längen werden zum Bildrand hin größer (vgl. auch RÜGER, PIETSCHNER & REGENSBURGER, 1978, S. 52 ff.). Eine gefühlsmäßige Abschätzung der Achsenlängen kann im Stereobild nur in Ausnahmefällen richtig sein.

Es empfiehlt sich, bei der Auswertung für die Verteilung der a-Achsen die Gruppe ohne zugehörige b-Achse zu verwenden. Vielleicht müssen zwei möglichst senkrecht zueinander stehende, nebeneinander liegende Wandteile (also zwei Stereobildpaare) photographiert und ausgewertet werden, damit die Richtung des Anschnittwinkels (= Basis, Kameraachse oder Horizontale der Aufnahmeebene) nicht die Isolinien des Auswertediagramms ausrichtet und die Auswertediagramme nicht verfälscht werden.

Die c-Achsen-Messung müßte man - um Kompaß- und Planimat-D-2-Auswertung anzugleichen - an Geröllern mit einer bestimmten Korngröße vornehmen (vgl. oben).

6. 4. 3. Korngrößenanalyse

6. 4. 3. 1. Empirische Herleitung des Zusammenhangs zwischen Sieb- und Bildkorngrößenanalyse im Photo 22, Schöllnöd

6. 4. 3. 1. 1. Allgemeines

Im Stereobildpaar 22, Schöllnöd (Aufnahmeentfernung 1 m), wurde ein Viertel der Bildfläche ausgemessen (vgl. 6. 3. 3. 2. 5.). Insgesamt bestimmte der Verfasser hier 692 a-, 1.834 b- und 674 c-Achsen in ihrer wahren Länge ($/a/$, $/b/$ und $/c/$). In der abphotographierten Aufschlußwand nahm der Autor genau zwischen dem oberen und unteren Aufnahmerand eine vertikale, gleichmäßig verteilte Schlitzprobe. Deren Kornverteilung bestimmte der Verfasser durch Sieben (vgl. 5. 1. 1. 2. und Abb. 19).

Bild- und Siebanalyse von Schöllnöd werden im folgenden (6. 4. 3. 1. 2. mit 6. 4. 3. 1. 5.) miteinander verglichen. Die photogrammetrisch bestimmten Geröllachsen werden dabei unterschiedlich umgerechnet und innerhalb des Siebintervalls summiert. Die sich ergebenden Summenwerte werden addiert, in Prozent umgerechnet und den bei der Siebung ermittelten Gewichtsprozenten gegenübergestellt.

6. 4. 3. 1. 2. Ergebnis der Siebanalyse und Verteilung der Geröllachsenanzahlen

Die Verteilung der Geröllachsenlängen pro Kornintervall der Bildanalyse liefert höhere Anteile in den kleinen Korngrößenbereichen und niedrigere in den großen als die Siebanalyse. Bei Blindham unten (vgl. Abb. 14), einer ähnlichen Siebprobe wie Schöllnöd 22, zählte der Autor die Körner größer 2 mm der einzelnen Siebrückstände aus und rechnete die prozentualen Anteile aus. Diese stimmen größenordnungsmäßig mit der Verteilung der Anzahlen der c-Achsen überein. Die a- und b-Achsen-Anzahlen haben für die Verteilung der tatsächlichen Kornanzahl zu niedrige Anteile im Feinkorn- und zu hohe im Grobkornbereich.

6. 4. 3. 1. 3. Ergebnis der Siebanalyse und Verteilung der Summen der Geröllachsenlängen

Die Anteile der Summen der einzelnen, photogrammetrisch bestimmten Geröllachsenlängen pro Siebintervall sind größer als die Siebanalysewerte im Fein- bis Mittelkiesbereich und die im Mittel- bis Grobkiesbereich kleiner. Wenn im Stereobild zufällig ein großes Korn ausgemessen wurde, so können die Prozentwerte im Grobkornbereich auch größer als die der Siebanalyse sein (vgl. NEUMANN-MAHLKAU, 1967, S. 255).

6. 4. 3. 1. 4. Ergebnis der Siebanalyse und Verteilung der Summen der Geröllachsenflächen

Läßt man den Anteil kleiner 2 mm weg, so gibt die prozentuale Verteilung der Summen der absoluten b-Achsenflächen die Siebanalysewerte im Bereich kleiner 31,5 mm bis auf Abweichungen von maximal 2,1 % wieder (vgl. Tab. 20). Im Grobkornbereich ist der Fehler größer - 7,4 % -, da hier nur wenige Körner ausgewertet wurden, und daher die zufällige Geröllgröße das Ergebnis verfälschen kann.

Die Abb. 48, links, veranschaulicht das Ergebnis graphisch in einem halblogarithmischen Körnungsnetz. Die Summenkurve der b-Achsenflächen nähert sich der durch Sieben bestimmten Kornverteilung (x) gut an. Die c-Achsenflächenkurve liegt in feineren Körnungen und die a-Achsenflächenkurve in gröberen. Die verschiedenen Längen von größter, mittlerer und kleinster Achse kommen in den Summenkurven von Photo 34, Klessing (Abb. 48, rechts) deutlicher als beim Photo 22, Schöllnöd, zum Ausdruck. In Klessing wurden 1.463 Gerölle ausgemessen.

Tab. 20.

Ergebnis der Siebanalyse und Verteilung der Summen der einzelnen Geröll-a-, -b- und -c-Achsenflächen pro Intervall in Prozent (Schöllnöd 22).

Mit Anteil kleiner 2 mm:

mm	Sieb	/a/²	/b/²	/c/²
<2	31,5	0,0	0,4	11,6
2	5,2	2,9	5,5	27,9
3,6	11,1	12,5	16,0	18,2
6,3	18,9	31,0	25,6	12,5
11,2	19,7	30,1	27,3	29,8
20	12,1	7,2	15,6	0,0
31,5	1,5	16,3	9,6	0,0
Gesamt-prozent	100,0	100,0	100,0	100,0

Ohne Anteil kleiner 2 mm:

mm	Sieb	/a/²	/b/²	/c/²
<2	0,0	0,0	0,0	0,0
2	7,6	2,9	5,5	31,6
3,6	16,2	12,5	16,1	20,6
6,3	27,7	31,0	25,7	14,1
11,2	28,6	30,1	27,4	33,7
20	17,7	7,2	15,7	0,0
31,5	2,2	16,3	9,6	0,0
Gesamt-prozent	100,0	100,0	100,0	100,0

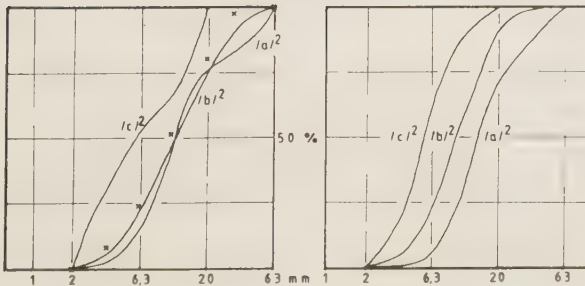


Foto Schöllnöd 22, 1m^o
 Siebanalyse des Fotobereichs *
 * Abstand Objekt-Kamera

Foto Klessing 34, 1m

Abb. 48. Photogrammetrisch bestimmte Verteilung der Geröllachsenflächen (nur Fraktion größer 2 mm).

6. 4. 3. 1. 5. Ergebnis der Siebanalyse und Verteilung der Summen der Geröllachsen volumina

Die Prozentanteile der Summen der einzelnen Geröllachsen volumina pro Intervall von a- und b-Achsen sind im Feinkornbereich niedriger und im Grobkornbereich höher als die Werte der Siebanalyse. Die c-Achsen haben in den Auswertintervallen kleiner 2 mm und von 6,3 bis 11,2 mm geringere und in den anderen Intervallen höhere Werte als die Siebanalyse.

6. 4. 3. 1. 6. Zur photogrammetrischen Bestimmung des Kornanteils kleiner 2 mm

Der durch Sieben bestimmte Kornanteil kleiner 2 mm wird in 6. 4. 3. 1. 6. mit 6. 4. 3. 1. 5. nur einmal annähernd erreicht: Der Anteil der Summe der c-Achsenlängen kleiner 2 mm an der Gesamtsumme der c-Achsenlängen weicht um 3,5 % vom Siebdurchgang ab.

Wahrscheinlich stimmen die Werte hier aber zufällig überein. Die Körner kleiner 2 mm sind (bei einem Aufnahmeabstand von 1 m bei Photo 22, Schöllnöd; vgl. 6. 3. 3. 2. 3.) nämlich nur mit ihren größten Anteilen noch im Stereobild des Planimat D 2 erkennbar. Der Gesamtanteil kleiner 2 mm kann also nicht mehr durch Auszählen und Ausmessen der Einzelkörner bestimmt werden.

6. 4. 3. 2. Vergleich von Sieb- und Bildanalyse

Bei den Stereobildpaaren Schö 22, Karg 24 ä, Drit 26 und Karg 40 wurde aus dem fotografierten Wandteil eine vertikale Schlitzprobe für eine Siebanalyse genommen (vgl. 6. 4. 3. 1. 1.). Die Ergebnisse der Korngrößenverteilung durch Siebung (= Verteilung der Gewichtsanteile der Siebrückstände) und durch photogrammetrische Längenbestimmungen (= Verteilung der b-Achsenflächen) lassen sich so direkt miteinander vergleichen (Tab. 21).

Die größte Abweichung von Sieb- und Bildanalyse beträgt 16,8 % im Intervall von 20 bis 31,5 mm bei Photo 26. I. allg. ergab sich jedoch eine relativ gute Übereinstimmung. Im halblogarithmischen Körnungsnetz der Abb. 49 differieren Sieb- (Kreuze x) und Bildsummenkurve (durchgezogene Kurve) nur wenig. Der Anteil kleiner 2 mm (1 m Aufnahmeabstand) bzw. 1 mm (0,5 m Aufnahmeabstand) wurde dabei nur dem Siebanalyseergebnis entnommen.

Die sedimentpetrographischen Parameter (Q₁, Q₂ und Q₃; So und Sk) von Sieb- und Bildanalysen stimmen relativ gut überein (vgl. Tab. 22).

Tab. 21.

Vergleich von Sieb- (Gewichtanteile der Siebdurchgänge) und Bildanalyse (Verteilung der b-Achsenflächen = b/b^2), Angaben in Prozent, ohne Anteil kleiner 2 (bzw. 1 mm bei 1 (bzw. 0,5) m Aufnahmeabstand (+).

mm	Schö 22, 1 m +			Karg 24ä, 1 m		
	Sieb	b/b^2	Sieb	Sieb	b/b^2	Sieb
2	0	0	0	0	0	0
3,6	7,6	5,5	3,6	3,0		
6,3	16,2	16,1	11,0	14,4		
11,2	27,7	25,7	28,2	37,7		
20	28,6	27,4	34,2	35,9		
31,5	17,7	15,7	20,1	9,0		
	2,2	9,6	2,8	0,0		
Gesamt- prozent	100,0	100,0	99,9	100,0		
Anzahl von b/b^2		1 834			370	

mm	Drit 26, 1 m			Karg 40, 0,5 m		
	Sieb	b/b^2	Sieb	b/b^2	Sieb	b/b^2
1	0	0	0	0		
1	0	0	35,4	40,3		
2	3,7	7,2	34,8	33,5		
3,6	8,1	17,8	15,5	12,2		
6,3	19,9	17,9	5,3	3,8		
11,2	40,9	37,0	8,0	10,0		
20	24,5	7,7	1,0	0,0		
31,5	2,9	12,4	0	0		
Gesamt- prozent	100,0	100,0	100,0	100,1		
Anzahl von b/b^2		403			470	

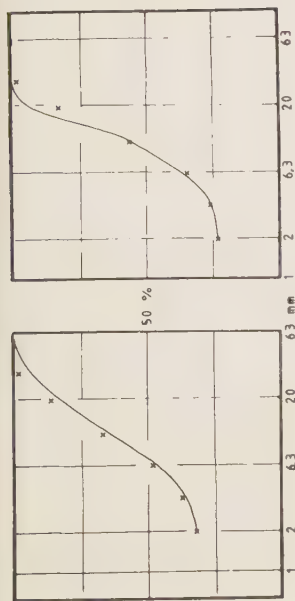


Foto Schölling 22, 1m*

Siebanalyse des Fotobereichs *

• Abstand Objekt-Kamera

Abb. 49. Photogrammetrisch bestimmte Verteilung der b-Achsenflächen (Fraktion kleiner 2 (1 mm nur siebanalytisch bestimmt)).

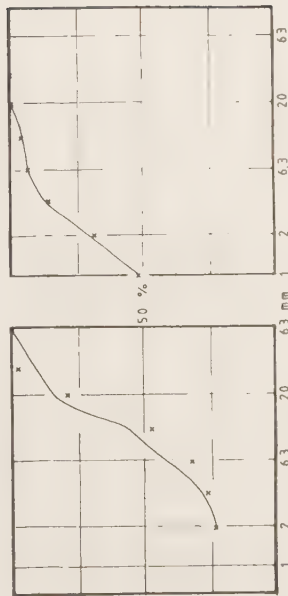


Foto Karglöd 24a, 1m*

Siebanalyse des Fotobereichs *

• Abstand Objekt-Kamera

Tab. 22.

Quartilwerte (Q_1 , Q_3), Medianwerte (Q_2), Sortierungen nach TRASK ($So = \sqrt{Q_3/Q_1}$) und Schiefen nach TRASK ($Sk = Q_1Q_3 / Q_2^2$) der Summenverteilungen der photogrammetrisch bestimmten Geröll-b-Achsenflächen (F) mit zugehörigen Siebanalysewerten (S).

F/... = Photoanalyse/ Anzahl der ausgemessenen Gerölle.

S = Siebanalyse des Photobereichs.

		Q_1 [mm]	Q_2 [mm]	Q_3 [mm]	So	Sk
Schö 22	F/2028	-	7,24	15,5	-	-
Schö 22	S	0,457	6,92	14,5	5,6	0,14
Karg 24a	F/395	3,31	9,33	15,1	2,1	0,57
Karg 24a	S	3,31	9,55	17,0	2,3	0,62
Drit 26	F/422	2,88	8,71	15,5	2,3	0,59
Drit 26	S	3,63	12,0	19,1	2,3	0,49
Karg 40	F/470	-	-	2,29	-	-
Karg 40	S	0,363	0,955	2,45	2,6	0,98

6. 4. 3. 3. Kombinierte Sieb-Bild-Analyse

Die Abb. 50 und 51 zeigen die Summenkurven im halblogarithmischen Körnungsnetz der aus photogrammetrischen Messungen berechneten b-Achsenflächen im Bereich größer 2 mm (vgl. 6. 4. 3. 2.). Der Anfangspunkt der Kurve beim Abszissenwert 2 mm wurde durch Absieben und Auswiegen des Sandanteils einer Schlitzprobe der fotografierten Aufschlußwand bestimmt.

In die Körnungskarten ist zusätzlich das Ergebnis der Siebanalyse des gleichen Horizonts eingetragen (Kreuze x). Dieses wird nur in Ausnahmefällen mit den Photobereich genau übereinstimmen, da die zugehörige Probe etwas davon entfernt entnommen wurde (vgl. im Gegensatz dazu 6. 4. 3. 1.).

In der Tab. 23 sind die Kornkennwerte (Q_1 , Q_2 , Q_3 , So und Sk) der photogrammetrisch und der durch Siebung in äquivalenten Bereichen ermittelten Korngrößenverteilung gegenübergestellt.

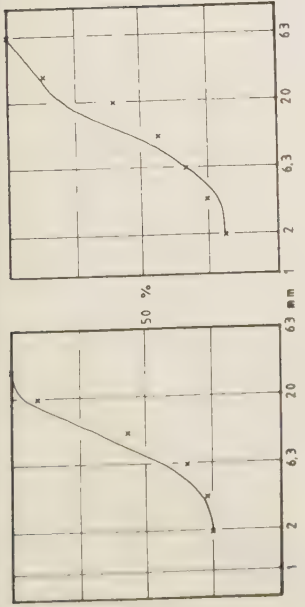


Foto Schwarzmoor 19, 1m Foto Karglod 23a, 1m
Siebanalyse im gleichen Horizont x

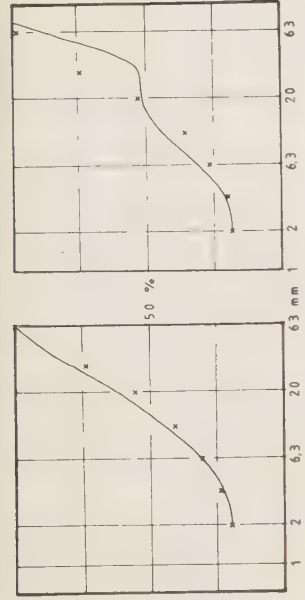


Foto Aldersbach 32, 1m Foto Dornberg 33, 1m
Siebanalyse im gleichen Horizont x

Abb. 50. Photogrammetrisch bestimmte Verteilung der b-Achsen-
flächen (Fraktion kleiner 2 mm nur siebanalytisch
bestimmt).

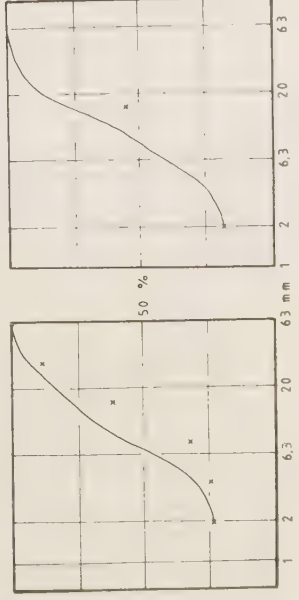


Foto Haufenberg 25, 1m
Siebanalyse im gleichen
Horizont x

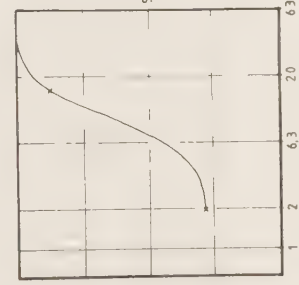


Foto Klessing 34, 1m
Bestimmung des Sandanteils
durch Sieben x

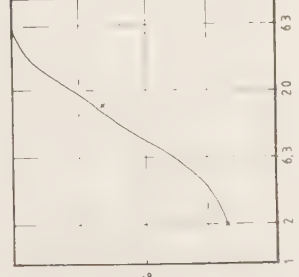


Foto Ortenburg 34a, 1m
Bestimmung des Sandanteils durch Sieben x

Abb. 51. Photogrammetrisch bestimmte Verteilung der b-Achsen-
flächen (Fraktion kleiner 2 mm nur siebanalytisch
bestimmt).

Tab. 23.

Quantilwerte (Q_1, Q_3), Medianwerte (Q_2), Sortierungen nach TRASK ($S_0 = \sqrt{Q_3/Q_1}$) und Schiefen nach TRASK ($Sk = Q_1 Q_3 / Q_2^2$) der Summenverteilungen der photogrammetrisch bestimmten Geröll-b-Achsenflächen (F) mit vergleichbaren Siebanalysewerten (S).

F/... = Photoanalyse/ Anzahl der ausgemessenen Gerölle.

S = Siebanalyse im Niveau des Photobereichs.

		Q_1 [mm]	Q_2 [mm]	Q_3 [mm]	S_0	Sk
Schw 19	F/503	2,00	7,24	12,3	2,5	0,47
Schw höchste Einheit	S	2,00	9,55	13,8	2,6	0,30
Karg 23a	F/484	4,47	10,0	17,4	2,0	0,78
Karg oben	S	3,47	13,8	25,7	2,7	0,47
Hauf 25	F/456	2,40	6,92	14,5	2,5	0,73
Hauf unten	S	4,37	13,2	20,9	2,2	0,52
Elex 30	F/492	3,72	8,32	15,1	2,0	0,61
Alde 32	F/493	4,47	13,2	28,2	2,5	0,72
Alde unten	S	4,17	16,6	33,1	2,8	0,50
Dirn 33	F/409	4,68	15,8	51,3	3,3	0,96
Dirn oben	S	5,75	19,1	32,4	2,4	0,51
Kles 34	F/1463	-	7,24	11,7	-	-
Orte 34a	F/512	3,63	8,71	19,1	2,3	0,91

7. Entstehung eines Deltas (Beobachtungen an Sedimentationsmodellen und im OS-Delta in Ostniederbayern)

7. 1. Deltaabfolge

Die einzelnen Verlandungsstadien eines Deltas lassen sich gut in den Klärteichen der Kiesgruben beobachten:

Zuerst bildet sich eine subaquatische, halbkreisförmige distributary mouth bar (vgl. 3.), dann entstehen vom Hauptstrom verlassene Delta-Loben und schließlich Terrassen.

Die gleichen Erscheinungen sind in der Literatur beschrieben. Abb. 52 zeigt den morphologischen Wechsel an der distributary mouth bar: Die Abb. 52 a, b und c folgen zeitlich aufeinander. In Abb. 52 a werden Sedimente auf der rechten Seite der Barre abgelagert. In Abb. 52 b ist die Barre weiter aufsedimentiert worden. Ihre Form ist nun typisch halbkreisförmig (lunate), und der Barrenkamm (bar crest) behindert den Wasserabfluß. In Abb. 52 c sind Teile der Barre erodiert: eine neue Abflußrinne hat sich im linken Teil der Barre gebildet.

In Abb. 53 sind die Loben oder Subdeltas des Mississippi der letzten Jahrhunderte dargestellt. Bei den Loben sind die Jahreszahlen der eingezeichneten Ausdehnung angegeben.

Abb. 54 veranschaulicht das Ebro-Delta. Im linken Bildteil ist eine deutliche Terrasse ausgebildet.

Im Gegensatz zu den aus der Literatur angeführten Beispielen werden Klärteichabfolgen und wurde das Ortenburger-Schotter-Delta schnell sedimentiert, und eine Aufarbeitung der Deltaablagerungen durch Wind und Wellen fand kaum statt.

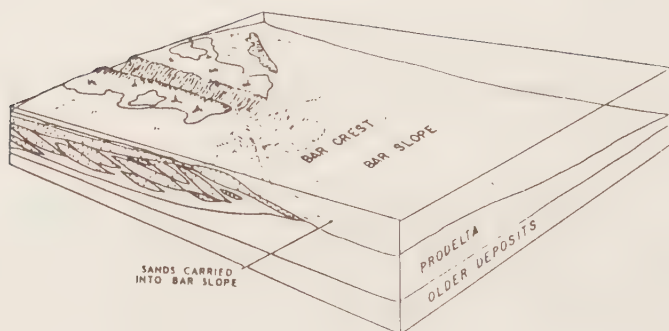


Abb. 52 a. Deltaentwicklung (nach SHANNON & DAHL, 1976).

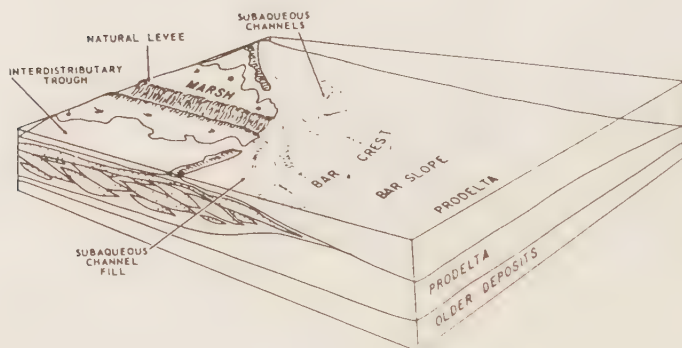


Abb. 52 b. Deltaentwicklung (nach SHANNON & DAHL, 1976).

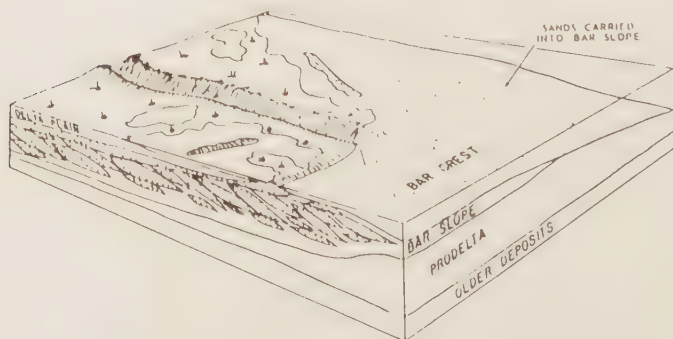


Abb. 52 c. Deltaentwicklung (nach SHANNON & DAHL, 1976).

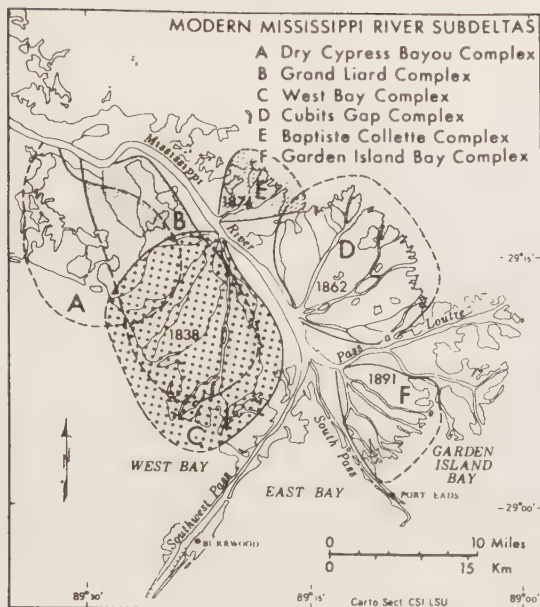


Abb. 53. Subdeltas des Mississippi (nach COLEMAN, 1981).



Abb. 54. Terrasse im Ebrodelta (nach WRIGHT & COLEMAN, 1976).

7. 2. Korngrößenverteilung im Delta

Die Korngrößen nehmen im OS vom Liegenden zum Hangenden zu (vgl. S. 1. 2. 4., S. 2. 3. 1., Abb. 25). Bei den beobachteten, Deltakörpern in den Klärteichen der Kiesgruben ist es genauso. Die größten Körner finden sich knapp unterhalb des Tops der foreset beds.

7. 3. Beziehung OS/ HoS

Der OS wird als foreset-bed-Schüttung an der Küste des SBM-Beckens sedimentiert. Er baut beckenwärts subaquatisch ein Delta mit einer landwärts liegenden, subaerischen Plattform im Top vor. Danach verlandet das SBM-Becken. In der entstehenden Sumpflandschaft wird der HoS als flächiger, subaerischer, fluviatiler Sedimentfächer weiter beckenwärts vom bereits plombierten OS abgelagert, ohne daß ein größeres Wasserbecken vorhanden gewesen wäre (vgl. 4. 3. 4.).

7. 4. Ablagerungsmechanismus des OS

7. 4. 1. Aufbau des OS

WAGNER (1950, S. 135, Abb. 128) beschreibt Einheiten von Deltaschottern, die man in zwei Gruppen einteilen kann. Eine liegende, mächtige und durchgehend schräggeschichtete Gruppe wird von einer hangenden, sehr geringmächtigen und horizontalgeschichteten abgelöst.

Im OS-Delta kann der einzelne Aufschluß sehr differenziert aufgebaut sein (vgl. Abb. 24 und Beschreibung einzelner Aufschlüsse in 5., vor allem S. 1. 2. 4. Folgerung für den OS aus den sedimentpetrographischen Untersuchungen). Der Entstehungsmechanismus ist stets der gleiche (vgl. Abb. 55): Der Fluß baut seine distributary mouth bar auf und engt das abströmende Wasser immer mehr ein. Wegen dieser Einengung nimmt die Fließgeschwindigkeit bei gleicher Wasserführung zu. Der Fluß kommt zunehmend in die Lage, seine distributary mouth bar zu durchbrechen. Schließlich schafft er sich eine neue Abflußrinne.

In der Abb. 55 sind zwei Profile durch die distributary mouth bar gelegt:

Profil AB durch einen anfangs sedimentierten Kamm und Profil CD durch einen Durchlaß. Bei beiden Profilen ist der Schotter gleichmäßig schräggeschichtet. Diese Ausbildung ist typisch für ein Schotterdelta. Beim Profil CD sind im Unterschied zum Profil AB die hangenden Schichten wegerodiert. Wird bei einer nächsten Sedimentationsphase dieser Durchlaß plombiert, so kann das in der Abb. 55 rechts oben gezeichnete Bild C'D' entstehen. Hier sind zwei Schottereinheiten unterscheidbar: eine hangende horizontalgeschichtete und eine liegende schräggeschichtete Einheit (analog zu WAGNER, 1950).

Wenn die distributary mouth bar an der resedimentierten Stelle C'D' noch einmal durchbrochen wird, können auch mehr als zwei Einheiten übereinander liegen. Diese übereinander liegenden Schottereinheiten können auch kreuzgeschichtet sein. In diesem Fall erodiert der Fluß Sedimente einer älteren distributary mouth bar, die aus einer anderen Richtung geschüttet wurde, an.

Die Erosionen in den liegenden OS-Partien dürften zum Großteil von Rutschungen hangender, frisch sedimentierter, überhängender, noch nicht konsolidierter Schotter herrühren. Es ist fraglich, ob die Strömungsgeschwindigkeit des Flusses am liegenden Teil des Deltahangs noch für Erosionen ausreichte. Die Wechselhaftigkeit an der distributary mouth bar des OS ist sedimentologisch und paläontologisch gut dokumentiert: aufgearbeitete und resedimentierte Gesteinsfetzen aus den topset und foreset beds zeigen die rasche Schüttung des OS an. Von der reißenden Strömung wurden tropische Bäume unter-spült, entwurzelt und unvorsichtige Großsäuger ertränkt und in den Schotter eingelagert. Man findet oft verkieselte Holzreste und fossile Zähne und Knochen. Bodenhorizonte und Ausfällungslagen von Eisen und Mangan sprechen für unterschiedliche Wasserstände während der Ablagerung (vgl. hierzu in 8. Initialstadium und Hauptaktivität des OS-Deltas).

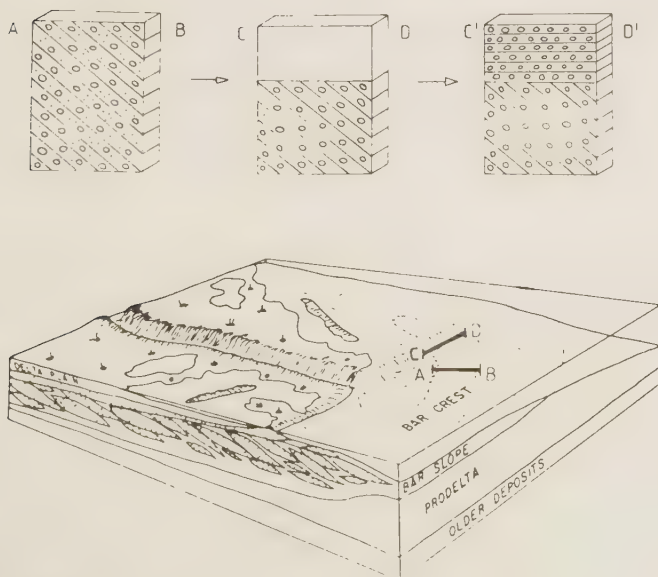


Abb. 55. Schichtenlagerung im Delta (nach SHANNON & DAHL, 1976).

7. 4. 2. Größe der OS-Schüttungskörper

Die Abb. 56 ist ein Profil durch verschiedene Kiesgruben auf Blatt Ortenburg. Der liegende Teil des OS (= foreset beds) besteht aus schrägeschichteten Einheiten. Sie werden zum Hangenden hin von horizontalgeschichteten und gröberkörnigen (vgl. 5. 1. 2. 4.) Einheiten z. T. erodiert und überlagert. - Die eingezeichneten Sande sind frühe Übergangsbildungen zu den feinkörnigen FD. - Die einzelnen OS-Schüttungseinheiten sind maximal einige hundert Meter lang und maximal fünfzig Meter hoch.

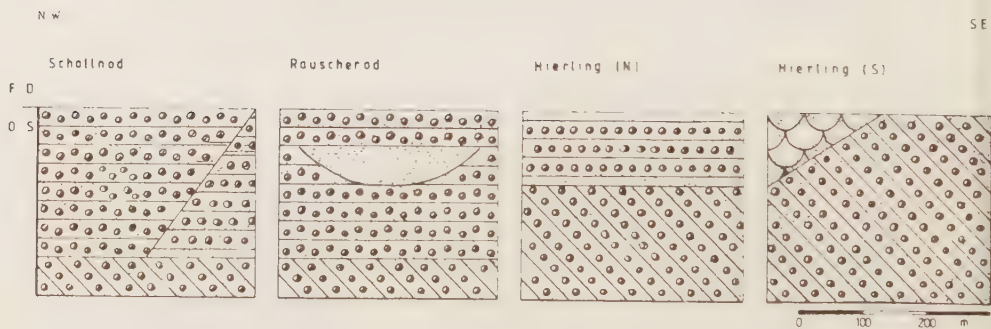


Abb. 56. Schematische Schichtlagerung im Profil von NW nach SE durch die Kiesgruben Schöllnöd, Rauscheröd, Hierling (N) (Grube im N der Hauptstraße) und Hierling (S) (Grube im S der Hauptstraße).

8. Sedimentationsablauf in der SBM von Ostniederbayern im N der Rott

Die Blockbilder von Abb. 57 und Abb. 58 stellen verschiedene Verlandungsstadien im Untersuchungsgebiet dar. Anhand dieser Abbildungen wird im folgenden versucht, den Sedimentationsablauf in der SBM von Ostniederbayern im N der Rott zu rekonstruieren.

Das Liegende der tertiären Lockersedimente bilden Relikte aus dem Mesozoikum (jurassische und klastische Sedimente aus der Kreide) und Kristallingesteine des nach S zu abtauchenden Bayerischen Waldes (vgl. Abb. 1). Diese Schichten wurden in dieser Arbeit nicht näher untersucht.

Die bearbeiteten Sedimente gehören ins Miozän (vgl. Tab. 1). Sie beginnen mit der OMM (vgl. Abb. 57 a). Von der OMM wurden in dieser Arbeit nur die hangenden Schichtglieder untersucht. Nur diese sind im Übergangsbereich zur hangenden SBM im Zusammenhang mit der Bildung des OS-Deltas von Bedeutung.

Die hangende OMM ist je nach ihrer Lage im Becken unterschiedlich ausgebildet. In den zentraleren Teilen des Beckens besteht sie aus Glaukonitsanden und Blättermergeln. Beide Einheiten sind Flachwasserbildungen. Die Glaukonitsande wurden in gut durchströmten und die Blättermergel in ruhigen Bereichen abgelagert. Übergänge zwischen beiden Einheiten sind die Regel. An der Küste bildete sich eine Sonderfazies aus: die OMM-Strandfazies. Das nach N zu anbrandende Meer arbeitete die liegenden Gesteine (vgl. oben) auf. Die zugehörigen Sedimente sind grobsandig und feinkiesig.

Auf diese wechselhafte OMM-Folge lagern sich, während und nach der Abschnürung des ostniederbayerischen Beckens vom östlichen Meer, die SBM-Schichten. Zur OMM-Zeit waren die Strömungen im Küstenbereich mehr zum Land hin ausgerichtet (Aufarbeitung des Liegenden); nun - zur SBM-Zeit - setzen vermehrt Zuflüsse vom Land her ein. Sie bewirken eine zunehmende Verbrackung des Beckens und lagern Mergel auf die OMM-Schichten. Die marinen OMM-Schichten gehen allmählich in die verbrackten SBM-Schichten über. Schließlich liegt ein lückenhafter Schleier von MS (bzw. brackischen Mergeln) über der OMM. Die MS sind die unterste Einheit der SBM (vgl. Abb. 57 a).

Die Wassertiefe nimmt nach der Abschnürung vom offenen Meer, an der Wende OMM/ SBM, allmählich zu. Zur ausgehenden OMM-Zeit dürfte sie nur wenige Meter betragen haben. Während der Hauptaktivität des nachfolgenden OS-Deltas war das Becken bis zu 50 Meter tief. Diese Tiefe entspricht der Mächtigkeit des OS, der den Deltahang und die Ästuarie verkörpert.

Im Initialstadium des OS-Deltas, bei noch nicht voll entwickelter Wassertiefe, verzahnt sich der OS-Fluß mit den liegenden Schichten. Mit zunehmender Wasserführung und sich steigender reißender Strömung arbeitet er das Liegende auf und integriert den Glaukonit der OMM in seine liegenden Schichten (vgl. 5. 3. 4. 5.).

Die Verzahnung des OS mit der OMM ist an einigen Aufschlüssen dokumentiert. Eine Erosion der OMM durch den OS wird dadurch wahrscheinlich, daß der OS z. T. mehrere zehner Meter trog-

förmig in die OMM hineinreicht. Es ist kaum vorstellbar, daß über eine solche Distanz eine gleichzeitige Bildung von marinen Flachwasser- und brackischen Deltahangsedimenten möglich ist. Eine Verzahnung ist nur möglich, wenn beide Einheiten gleiches Milieu haben. Dies war nur im Initialstadium des OS-Deltas der Fall, als sich sowohl der OS als auch die OMM im flachen Wasser ablagerten.

Die zuströmenden Wässer, die eine Verbrackung des OMM-Beckens bewirkten, kamen von S, aber auch von NE, der Hauptströmungsrichtung des OS-Deltas, her. Die Zuflüsse sind alpin (vgl. S. 3. 4. 2.). Das bedeutet, daß das ostniederbayerische Becken vor der Schüttung des OS-Deltas vom östlichen Meer zum größten Teil (südlich des OS-Deltas) abgeschnürt worden ist. Der den OS-führende Fluß befand sich südlich von Passau im Bereich des heutigen Inns (vgl. Abb. 5). Dort sind keine zum OS-Fluß gehörigen Sedimente, wie z. B. tertiäre Flußterrassen, bekannt. Sie wurden, wenn überhaupt vorhanden, erodiert. Am Rand des Moldanubikums, im Bereich von Fürstenzell, biegt der alpine, von S kommende OS-Fluß nach W um und trägt entscheidend zur Verlandung des ostniederbayerischen Restbeckens bei.

Die Abb. 57 b zeigt das OS-Delta während seiner Hauptaktivität. Die typische Delta-förmige Flußmündung ist gut entwickelt. Verschiedene Flußarme (distributaries) sind vorhanden. Der OS wird im N des Untersuchungsgebiets am Deltahang (delta front) sedimentiert. Seitlich vom Schotterdelta sind landwärts versetzt delta-plain-deposits (SS und LSWS) mit Strandseen ausgebildet. Die Wassertiefe im Becken hat bis zur Deltahöhe (der OS-Mächtigkeit) zugenommen. Der südliche Teil des Untersuchungsgebiets ist in der Abb. 57 b nicht dargestellt. Südlich des OS-Deltas werden die GS als analoge foreset beds zum OS sedimentiert.

Die Abschnürung des ostniederbayerischen Beckens und die Ablagerung des OS an der Flußmündung als distributary mouth bar gingen relativ schnell vor sich. Grobe Korngrößen (vgl. Abb. 12 und 13) und verkieselte Reste von tropischen Bäumen, die in den Rinnen (channels) unterspült, ent wurzelt und am Deltahang verschüttet wurden, dokumentieren gut die reißende Strömung. Großsäugetiere, die im Fluß badeten oder dort ihren Durst stillten und die Strömung oder den wegen der schnellen Sedimentation labilen Untergrund nicht richtig einschätzten, wurden von den reißenden Wassermassen mitgerissen, ertränkt und in den Schotter eingelagert.

Danach stabilisierten sich die Ablagerungsverhältnisse für längere Zeit. Die Transport- und Ablagerungsgeschwindigkeiten verringerten sich. An der delta front werden nun nur mehr die GS sedimentiert. Die seitlich am Delta vorhandenen Lagunen vergrößern sich. Die klassische SBM nach SCHLICKUM & STRAUCH wird sedimentiert (vgl. Abb. 57 c).

Auf der delta plain (= topset beds) werden immer mehr LSWS aufsedimentiert. Der Hauptwasserabfluß von NE nach SW wird immer mehr behindert. Eine laterale Verlegung des Hauptabflusses ist im SBM-Becken im N der Rott nicht möglich: Im E liegen die Kernbereiche des verlandeten OS-Deltas und seiner Derivate und im N ragt das Moldanubikum auf.

Für die von den Alpen zuströmenden Wässer wäre das im S der Rott liegende Pettenauer-Schotter-Delta als Zuflußmöglichkeit zum SBM-Becken in Frage gekommen. Wahrscheinlich war aber die Hauptaktivität am Pettenauer-Schotter-Delta schon vorbei und daher das Gefälle zum Moldanubikum größer.

Die zuströmenden Wässer durchbrechen in einer größeren Rinne schließlich die Sumpflandschaft auf der OS-delta-plain. Die vorübergehend höheren Strömungsgeschwindigkeiten transportierten den HoS und lagern ihn als geringmächtigen Schotterfächer südlich vom OS und zentral im Becken nördlich der Rott ab. Der HoS kann als abrupt abgelagertes Sediment auf GS, die im OS-Delta-Bereich in die US übergehen, oder SS liegen. Eine Gesetzmäßigkeit in der Sedimentationsabfolge zwischen HoS, US und SS besteht nicht (vgl. auch 4. 3. 2.). Danach werden die Zuflußtransportgeschwindigkeiten geringer. Die Folge ist eine Niveauauffüllung durch LSWS seitlich vom HoS (vgl. 57 e).

Die SS sind als Lagunensedimente nur randlich von der Mündung des jeweiligen Flußarms möglich (vgl. Abb. 57 e, N-S-Schnitt). Direkt an der Mündung gehen die foreset beds GS in die channel-fills US über (vgl. Abb. 57 e, E-W-Schnitt) - vgl. auch 4. 3. 7., Abb. 9).

Abb. 57 f stellt die Schichtlagerungsverhältnisse beim Abschluß der SBM-Sedimentation dar. Das hangende Niveau ist ganz mit den Ablagerungen der LSWS ausgeglichen. Direkt über dem HoS ist der HoM als Sonderfazies der LSWS ausgebildet.

In der Abb. 58 sind die Schichtlagerungsverhältnisse in der SBM von Ostniederbayern nördlich der Rott noch einmal zusammengefaßt:

Das Liegende der SBM bilden Grundgebirge oder basement (Kriostallin, Mesozoikum) und OMM. Die OMM nimmt vom Beckenrand zum Beckenzentrum an Mächtigkeit zu. An der Küste sind grobkörnige Strandsedimente ausgebildet. Im S ist die klassische SBM-Abfolge nach SCHLICKUM & STRAUCH abgebildet. Im E liegen die Schichten des OS-Deltas. Im oberen Teil der SBM ist zwischen beiden Bereichen der HoS-Fächer eingebettet.

Die Verbrackung des Beckens wird von den liegenden MS eingeleitet. Das OS-Delta ist vorläufiger Höhepunkt in der Verlandung. Der OS liegt diskordant auf basement, OMM und MS (brackischen Mergeln, bottomset beds). Er liegt im Bereich einer Flußmündungsbarre (tributary mouth bar) und schiebt sich beckenwärts vor. Die GS sind analoge foreset beds während seiner Ablagerung und nach dem Abklingen der Schottererschüttung. Die SS lagern sich in wannenförmigen Lagunen auf den GS ab. Auf der delta plain (topset beds) liegen LSWS in der klassischen SBM-Abfolge und FD im OS-Delta. Als konvexer Schotterfächer bildet sich der HoS mit seinem Decksediment HoM vor dem endgültigen Verlandungsprozeß. Die LSWS nivellieren mit ihren Sumpfbildungen schließlich den ostniederbayerischen SBM-Trog.

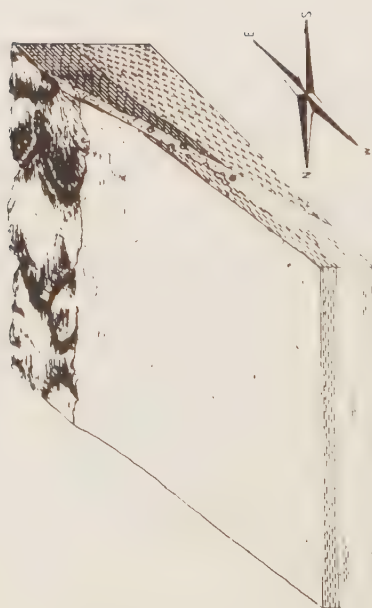


Abb. 57a. Sedimentationsablauf



Abb. 57b. Sedimentationsablauf



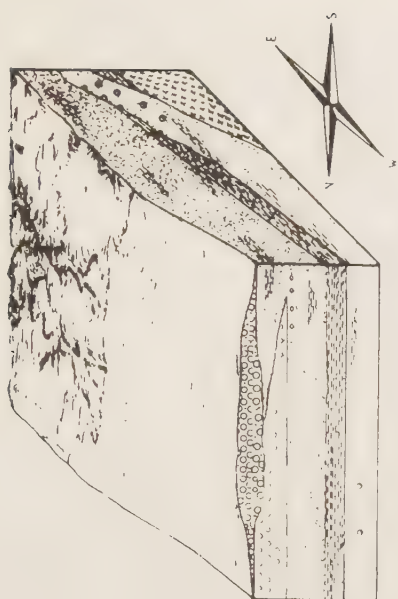


Abb. 57 d Sedimentationsablauf

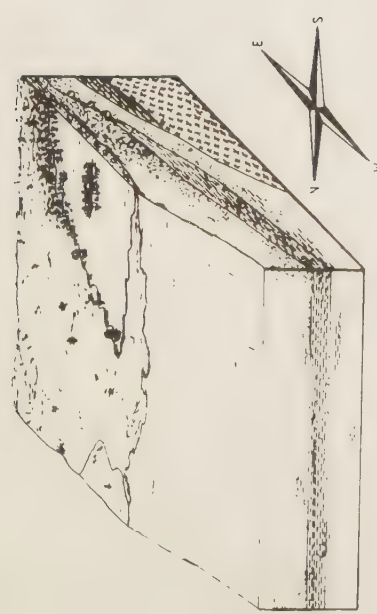


Abb. 57 e Sedimentationsablauf

-  Obere Mergelschichten
-  Mergelschichten
-  Obere Mergelschichten
-  Untere Mergelschichten
-  Kristallin

-  Lössschicht
-  Mergelschichten
-  Mergelschichten
-  Feinkörnige Mergelschichten
-  Glimmersand

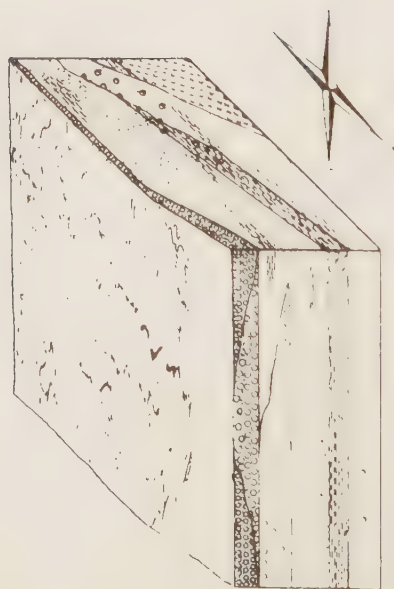


Abb. 57 e Sedimentationsprofil

- Mosbacher Mergel
- Limnische Süßwasserschichten
- Mosbacher Schiefer
- Schilfsande
- Feinkörnige Flugschichten
- Glimmerante

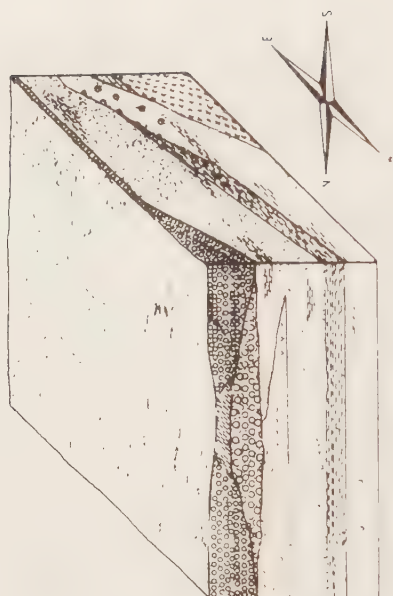


Abb. 57 f Sedimentationsprofil

- Mosbacher Schiefer
- Feilsande
- Eise-Mergelschicht
- Luff
- Kristallin

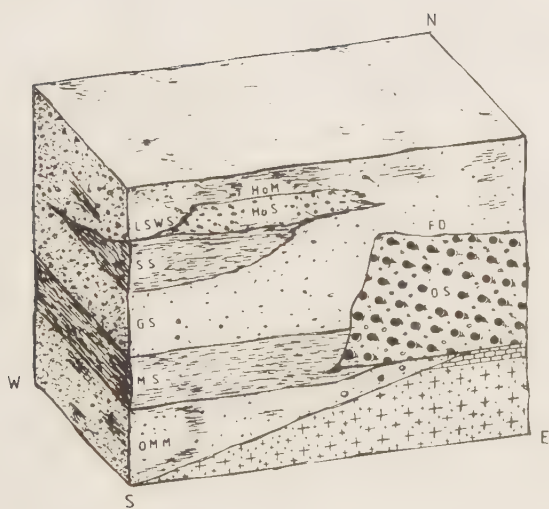


Abb 58 Schichtlagerungsverhältnisse

9. Anhang

9. 1. Verzeichnis der Aufschlüsse, Profilknickpunkte und Bohrungen

9. 1. 1. Aufschlüsse und Bohrpunkte

Lokalität	Stratigraphische Einheiten	r / h / NN
Blatt Aidenbach 7444		
Aldersbach	OS, FD	r ⁴⁵ 80030/ h ⁵³ 83410/ 345-370 NN
Bergham	GS	r ⁴⁵ 83800/ h ⁵³ 80770/ 390 NN
Haidenburg	HoS	r ⁴⁵ 75800/ h ⁵³ 81440/ 375 NN
Hauptmannsberg	HoS	r ⁴⁵ 75030/ h ⁵³ 78440/ 390 NN
Hoisberg	HoS	r ⁴⁵ 75750/ h ⁵³ 77175/ 400 NN
Hoisberg	SS	r ⁴⁵ 75750/ h ⁵³ 76870/ 390 NN
Südlich Hoisberg	HoS	r ⁴⁵ 75600/ h ⁵³ 76320/ 405 NN
Karglöd	OS, FD	r ⁴⁵ 82725/ h ⁵³ 84175/ 360-380 NN
Klessing	OS, FD	r ⁴⁵ 84300/ h ⁵³ 81825/ 382-400 NN
S Klessing (1)	OMM, MS	r ⁴⁵ 83930/ h ⁵³ 81560/ 373 NN
S Klessing (2)	GS	r ⁴⁵ 84220/ h ⁵³ 81190/ 390 NN
S Klessing (3)	US	r ⁴⁵ 84070/ h ⁵³ 81630/ 390 NN
Kollmenzing	OS	r ⁴⁵ 84075/ h ⁵³ 84575/ 360-380 NN
Schwanham	OMM (MS), OS	r ⁴⁵ 83300/ h ⁵³ 83480/ 346 NN
Sperklgrub	GS	r ⁴⁵ 84570/ h ⁵³ 81250/ 390 NN
Uttigkofen	OS, FD	r ⁴⁵ 76600/ h ⁵³ 83120/ 335-350 NN
Wölfl	MH	r ⁴⁵ 84670/ h ⁵³ 82390/ 425 NN
Blatt Eichendorf 7343		
Fuchshofen, Bhrg	OS	r ⁴⁵ 68650/ h ⁵³ 94490/ 337 NN
Blatt Hauzenberg 7347		
Judenhof	TS	r ⁵³ 91130/ h ⁵³ 87800/ 390-408 NN
Blatt Hutthurm 7346		
Gerlesberg	TS	r ⁴⁶ 00875/ h ⁵³ 87275/ 385-408 NN
Walding	TS	r ⁴⁶ 02800/ h ⁵³ 86120/ 390-420 NN
Blatt Otternzell 7447		
Esternberg, Bhrg	QRS	r ⁵³ 94660/ h ⁵³ 78090/ 519,7 NN
Blatt Ortenburg 7445		
Plindum	OMM, OS	r ⁴⁵ 89150/ h ⁵³ 83675/ 360-390 NN
Frittenthal	GS	r ⁴⁵ 89700/ h ⁵³ 83325/ 380-420 NN
Elexenbach	OMM, OS, FD	r ⁴⁵ 93200/ h ⁵³ 82275/ 394-419 NN
Haufenberg	OMM (MS), OS, FD	r ⁴⁵ 94850/ h ⁵³ 80550/ 413-443 NN
Hochbuerger	OMM (MS), OS	r ⁴⁵ 95000/ h ⁵³ 82650/ 400-428 NN
Hierling	OS, FD	r ⁴⁵ 93400/ h ⁵³ 80200/ 405-435 NN
Hinding	OS	r ⁴⁵ 88000/ h ⁵³ 81275/ 390-416 NN
Kemating	OMM, OS	r ⁴⁵ 93650/ h ⁵³ 81550/ 410-435 NN
Kugler	OS	r ⁴⁵ 94950/ h ⁵³ 82250/ 418-430 NN

Lokalität	Stratigraphische Einheiten	r / h / NN
Neustift	OMM, OS	r ⁴⁵ 88090/ h ⁵³ 83875/ 350-360 NN
Niederham	MS	r ⁴⁵ 87090/ h ⁵³ 82100/ 385 NN
Ortenburg	OS, FD	r ⁴⁵ 91350/ h ⁵³ 79900/ 410-435 NN
Rauscheröd	OS, FD	r ⁴⁵ 92700/ h ⁵³ 80350/ 415-435 NN
Straß	OS	r ⁴⁵ 94850/ h ⁵³ 82900/ 390-430 NN
Unteriglbach	OMM (MS)	r ⁴⁵ 88550/ h ⁵³ 80450/ 360 NN
Vorderhainberg	OS, FD	r ⁴⁵ 91330/ h ⁵³ 79125/ 410-435 NN
Wappmannsberg	MS	r ⁴⁵ 86430/ h ⁵³ 80560/ 375 NN
Blatt Pleinting 7344		
Dirnberg	OS, FD	r ⁴⁵ 83050/ h ⁵³ 87200/ 345-360 NN
Gainstorfer Graben	CF	r ⁴⁵ 76510/ h ⁵³ 88590/ 380 NN
Maierrhof	OS, FD	r ⁴⁵ 81500/ h ⁵³ 87000/ 330-360 NN
Schwarzmaier	OS, FD	r ⁴⁵ 79310/ h ⁵³ 87175/ 330-350 NN

9. 1. 2. Profilknickpunkte

Profil A

- P 1 ($r^{45}94520/h^{53}83560/380$ NN).
P 2 ($r^{45}94650/h^{53}82975/429$ NN).
P 3 ($r^{45}93835/h^{53}81965/431$ NN).
P 4 ($r^{45}93590/h^{53}80970/452$ NN), Bhrg.
P 5 ($r^{45}93880/h^{53}80120/466$ NN).
P 6 ($r^{45}92800/h^{53}79175/378$ NN).

Profil B

- P 7 ($r^{45}87600/h^{53}82100/406,7$ NN).
P 8 ($r^{45}87850/h^{53}81790/404$ NN), Bhrg.
P 9 ($r^{45}88200/h^{53}80905/402$ NN).
P 10 ($r^{45}88070/h^{53}77780/352$ NN).

Profil C

- P 11 ($r^{45}85425/h^{53}88215/384,6$ NN).
P 12 ($r^{45}84375/h^{53}86290/310 - 335$ NN).
P 13 ($r^{45}84025/h^{53}84575/360 - 380$ NN).
P 14 ($r^{45}84410/h^{53}83960/366$ NN), Bhrg.
P 15 ($r^{45}83830/h^{53}83440/351$ NN), Bhrg.
P 16 ($r^{45}84930/h^{53}82325/342$ NN).
P 17 ($r^{45}84675/h^{53}82390/427$ NN).
P 18 ($r^{45}83850/h^{53}80625/415,7$ NN).

Profil D

- P 19 ($r^{45}79940/h^{53}86225/401,3$ NN).
P 20 ($r^{45}79750/h^{53}86865/347$ NN).
P 21 ($r^{45}80200/h^{53}83970/330$ NN), Bhrg.
P 22 ($r^{45}80200/h^{53}82880/390$ NN).
P 23 ($r^{45}81000/h^{53}82600/392$ NN).
P 24 ($r^{45}81320/h^{53}82355/403,2$ NN).

Profil E

- P 25 ($r^{45}78100/h^{53}88390/407,4$ NN), Bhrg.
P 26 ($r^{45}78210/h^{53}88240/400$ NN), Bhrg.
P 27 ($r^{45}78450/h^{53}87970/370$ NN), Bhrg.
P 28 ($r^{45}77600/h^{53}87525/350$ NN), Bhrg.
P 29 ($r^{45}76950/h^{53}83380/345$ NN), Bhrg.

Profil F

- P 30 ($r^{45}76775/h^{53}82640/395$ NN).
P 31 ($r^{45}76050/h^{53}82750/345$ NN).
P 32 ($r^{45}76030/h^{53}82400/350$ NN).
P 33 ($r^{45}77600/h^{53}87510/350$ NN).
P 34 ($r^{45}76950/h^{53}83370/345$ NN).
P 35 ($r^{45}76775/h^{53}82630/395$ NN).
P 36 ($r^{45}76050/h^{53}82750/340$ NN).
P 37 ($r^{45}76025/h^{53}82395/350$ NN).

Profil G

- P 38 ($r^{45}76600/h^{53}83120/335 - 350$ NN).
P 39 ($r^{45}76810/h^{53}81000/380$ NN).
P 40 ($r^{45}77250/h^{53}80830/392,5$ NN).
P 41 ($r^{45}76960/h^{53}79480/414$ NN).

Profil H

- P 42 ($r^{45}75630/h^{53}81400/362$ NN).
P 43 ($r^{45}76065/h^{53}81025/420$ NN), Bhrg.
P 44 ($r^{45}76340/h^{53}80070/362$ NN).

Profil I

- P 18 vgl. Profil C.
P 41 vgl. Profil G.
P 45 ($r^{45}80090/h^{53}80040/406$ NN).

9. 1. 3. Bohrberichte

9. 1. 3. 1. Bohrberichte zu den Profilen

Profil A

Bhrg P 4 (frdl. mündl. Mitteilung des Lindennofbauern)

- 395 NN: Schotter;

tiefer : grüne Sande mit Haifischzähnen.

Profil B

Bhrg P 8 (Stadtwerke Vilshofen)

400 - 393 NN: stark lehmiger Kies, braun;

- 388 : lehmiger Sand, rotbraun;

- 386 : Feinsand, rotbraun;

- 384 : Grobkies mit Tonlagen, graubraun;

- 371 : harter, dichter Ton mit sandigen Einlager,
graubraun;

- 346 : Feinsand, gelbgrau;

- 344 : Feinsand, tonig, graublau;

- 325 : Glaukonitsandstein, graugrün.

Profil C

Bhrg P 14 (Stadtwerke Vilshofen/ Bayr. Geol. L. A.)

366 - 359 NN: 3 m Überdeckung, dann Mittel- bis Grobkies;

- 355,5 : Fein- bis Mittelsand, schluffig, gelblichgrau;

- 352 : Mittel- bis Grobsand, teils feinkiesig mit
sehr viel Schalenbruch;

- 320 : zerbohrter Malmkalkstein;

- 316 : Kristallinzeratz;

tiefer : Kristallin.

Bhrg P 15 (Stadtwerke Vilshofen/ Bayr. Geol. L. A.)

351 - 345 NN: Mittel- bis Grobmittelkies;

- 339 : Feinkies;

- 336 : Schluff, gelbbraunlichgrau;

- 324 : Schluff bis Feinsand, grünlichgrau;

- 312 : Fein- bis Grobsand, vermischt mit etwas
Schluff, feinsandig, mittelgrau;

- 310,4 : Grobkies;

- 305 : Ton;

tiefer : Kristallin.

Profil D

Bhrg P 21 (Brauerei Aldersbach)

335 - 329,8 NN: Ton, gelb;

- 312,4 : Mittel- bis Grobkies;

- 309,4 : Feinsand, hellbraun;

tiefer : Ton, hellbraun bis blaugrau, teilweise sandig
oder mit Mergel- und Tonlagen oder mit Sand-
linsen.

Profil E

Bhrg P 25 (Stadtwerke Vilshofen)

330 - 306 NN: Grob-, Mittel- bis Feinkies, grau bis braun;

- 305 : Sand, schluffig, feinkiesig, dunkelgrau;

tiefer : Ton, stark feinsandig.

Bhrg P 26 (Stadtwerke Vilshofen)

350 - 341,2 NN: Ton, Sand, braun;

- 321,0 : Quarzkies mit Sand;

- 305,0 : Sand, braun;

tiefer : Ton, fest.

Bhrg P 27 (Stadtwerke Vilsnufen)

357 - 352,4 NN: Lehm;

- 327,5 : Mittel- bis Feinkies;

- 324,3 : Feinsand, feinkiesig;

- 321,1 : Feinkies, feinsandig;

- 317,0 : Sandstein;

tiefer : Fels (Granit).

Bhrg P 28 (Stadtwerke Vilshofen)

342 - 339,2 NN: Lehm;

- 331,3 NN: Mittel- bis Grobkies, grau bis braun, hart
gelagert bis tonig;

- 315,1 : Ton, grau, blau bis braun;

- 307,4 : Sand, leicht tonig, grau, blau;

tiefer : Granit.

Bhrg P 29 (frdl. mündl. Mitteilung d. Besitzers d. Kies- grube Maierhof)

340 bis mindestens 330 NN: Kies.

Profil H

Bhrg P 42 (Fa. Eckart, Landshut)

420 - 408,7 NN: Lehm;

- 400,7 : Mittelkies bis Grobsand;

- 385,5 : Ton bis Feinsand, sehr hart;

- 377,3 : Fein- bis Mittelkies;

- 365,5 : Lehm;

- 361,8 : Mittelkies;

- 350,3 : Ton mit Sandlinsen, fest;

- 292 : Ton mit Sand- und Feinkieslinsen, hart.

9. 1. 3. 2. Sonstige Bohrberichte

Bhrg Buchhofen (Wasserwirtschaftsamt München)

337 - 320,7 NN: Fein- bis Grobkies, sandig;

- 308,7 : Mergel, blaugrün;

- 282 : Schluff, tonig, feinsandig, blaugrau;

- 250 : Fein- bis Mittelkies.

Bhrg Esternberg (Rathaus Esternberg)

519,7 - 464 NN: Kies, weiß, teilweise Konglomerate;

- 461,7 : Kristallinzersatz.

9. 2. Literaturverzeichnis

- ADLER, R. E., KRÜCKEBERG, F., PFISTERER, W., PILGER, A. & SCHMIDT, M. W.: Elektronische Datenverarbeitung in der Tektonik. - Clausth. Tekt. H., 8, 157 S., Clausthal-Zellerfeld 1968.
- BATES, C. C.: Rational Theory of Delta Formation. - Am. Ass. Petr. Geol., Repr. Ser., No. 18, S. 48 - 69, Tulsa Oklahoma U.S.A. 1976.
- BONHAM-CARTER, G. F. & SUTHERLAND, A. J.: Mathematical Model and FORTRAN IV Program for Computer Simulation of Deltaic Sedimentation. - Comp. Contr., 24, 56 S., Univ. Kansas Lawrence U.S.A. 1968.
- BOENIGK, W.: Schwermineralanalyse. - 158 S., Stuttgart 1983.
- BRAUN, A. F.: Die genetische Deutung natürlicher Haufwerke mit Hilfe des doppeltlogarithmischen Körnungsnetzes nach ROSIN, RAMMLER & SPERLING (DIN 4.190). - Z. dt. geol. Ges., 126, S. 199 - 205, Hannover 1975.
- BREZINA, J.: Particle Size and Settling Rate Distributions of Sand-Sized-Material. - 2. Europ. Symp. Part. Meßtechn., Nürnberg 1979.
- BREZINA, J.: Korngrößenanalyse sandkörniger Materialien. - Lab. Prax., Nr. 6, S. 18 - 26, Würzburg 1980.
- CICHA, I., FAHLBUSCH, V. & FEJFAR, O.: Die biostratigraphische Korrelation einiger jungtertiärer Wirbeltierfaunen Mitteleuropas. - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 140, S. 129 - 145, Stuttgart 1972.
- COLEMAN, J. M.: Deltas: Processing of Deposition and Models for Exploration. - 124 S., Minneapolis U.S.A. 1981.
- DIN 18.123: Baugrund, Untersuchung von Bodenproben, Kornverteilung. - Vornorm, 9 S., Berlin 1971.
- DIN 66.141: Darstellung von Korn-(Teilchen-)größenverteilungen. - 23 S., Berlin 1974.
- DIN 66.143: Potenznetz. - 2 S., Berlin 1974.
- DIN 66.144: Logarithmisches Normalverteilungsnetz. - 5 S., Berlin 1974.
- DIN 66.145: RRSB-Netz. - 3 S., Berlin 1976.
- EDER, M.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen des Jungtertiärs im Raum von Passau. - Inaug.-Diss., 90 S., Univ. München 1955.

- FAKHRAI, M.: Geologische und hydrogeologische Untersuchungen am Nordwestrand des Pleistozänen Salzach-Gletschers. - Unveröff. Dipl. Arb., 91 S., Univ. München 1972.
- FISHER, W. L. & MCGOWEN, J. H.: Depositional Systems in Wilcox Group (Eocene) of Texas and Their Relation to Occurrence of Oil and Gas. - Am. Ass. Petr. Geol., Repr. Ser., No. 19, S. 128 - 153, Tulsa Oklahoma U.S.A. 1976.
- FÜCHTBAUER, H.: Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine. - Erdöl u. Kohle, 12, S. 605 - 613, Hamburg 1959.
- FÜHRER, F.: Die Anomalien der Schwere am Südwest-Rand des Bayerischen Waldes und ihre Interpretation. - Inaug.-Diss., 114 S., Univ. München 1976.
- GRIMM, W.-D.: Stratigraphische und sedimentpetrographische Untersuchungen in der Oberen Süßwassermolasse zwischen Inn und Rott (Niederbayern). - Beih. Geol. Jb., 26, S. 97 - 199, Hannover 1957.
- GRIMM, W.-D.: Erd- und Landschaftsgeschichte der Umgebung von Griesbach im Rottal. - Sonderdruck Therme, KulturH. aus Griesbach i. Rottal, 1977.
- HAAS, J.: Geologische Untersuchungen im ostniederbayerischen Tertiär: 1. Teil: Geologische Arbeiten in der Oberen Meeres-, Süßbrackwasser- und Oberen Süßwassermolasse; 2. Teil: Schrägschichtungsmessungen im Ortenburger Schotter. - Unveröff. Dipl.-Arb., 127 S., Univ. München 1980.
- HEROLD, R.: Sedimentpetrographische und mineralogische Untersuchungen am pelitischen Gesteinen der Molasse Niederbayerns. - Inaug.-Diss., 132 S., Univ. München 1970.
- HINTERMAIER, G.: Geologische, pedologische und hydrogeologische Untersuchungen zwischen Inn-Gletscher und Salzach-Gletscher (Oberbayern) auf den Gradabteilungsblättern 7940 Obing (Nordostteil) und 7941 Trostberg (Nordteil). - Unveröff. Dipl.-Arb., 106 S. u. Anhang, Univ. München 1978.
- JASKOLLA, F. & MÜNZER, U.: Erfahrungen mit der Terrestrischen Meßkammer ZEISS TMK 12. - Bildmessung u. Luftbildwesen, 47, S. 149 - 155, Karlsruhe 1979.
- KRAUS, E.: Die Geologie des Gebietes zwischen Ortenburg und Vilshofen in Niederbayern an der Donau. - Geogn. Jh., 28, S. 91 - 168, München 1915.
- MÜLLER, G.: Sediment-Petrologie, Teil I, Methoden der Sedimentuntersuchung. - 303 S., Stuttgart 1964.
- MILNER, H. B.: Sedimentary Petrography, I und II. - 715 S., London (Allen & Unwin) 1962.

- NANZ, R. H. J.: Genesis of Oligocene Sandstone Reservoir, Seeligson Field, Jim Wells and Kleberg Counties, Texas. - Am. Ass. Petr. Geol., Repr. Ser., No. 19. S. 4 - 26, Tulsa Oklahoma U.S.A. 1976.
- NEUMAIER, F.: Das ostniederbayerische Tertiär. - Erläut. Geol. Übers.K. d. Südd. Molasse, 1 : 300.000, S. 68 - 80, Bayr. Geol. L.A., München 1955.
- NEUMAIER, F. & WIESENER, H.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär (Blatt Griesbach und Birnbach). - Sitz.-Ber. Bayer. Akad. Wiss., math.-nat. Kl., S. 177 - 252, München 1939.
- NEUMANN-MAHLKAU, P.: Korngrößenanalyse grobklastischer Sedimente mit Hilfe von Aufschluß-Photographien. - Sedim., 9, S. 245 - 261, Amsterdam 1967.
- NITHACK, J.: Gefügekundliche Untersuchungen an grobklastischen Sedimenten mit Hilfe terrestrisch-photogrammetrischer Methoden. - Inaug.-Diss., 105 S., Univ. München 1974.
- PORKORNY, V.: Grundzüge der zoologischen Mikropaläontologie, Band II. - 453 S., Berlin 1958.
- RÜGER, W., PIETSCHNER, J. & REGENSBURGER, K.: Photogrammetrie - Verfahren und Geräte. - 402 S., Berlin 1978.
- SCHAUERTE, E.: Die Geologie des Blattes Haidenburg und seiner Umgebung. - Inaug.-Diss., 159 S., Univ. München 1962.
- SCHIESSL, K. H.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Blatt Pleinting 537 / Niederbayern. - Unveröff. Dipl.-Arb., 91 S., Univ. München 1960.
- SCHLICKUM, W. R.: Die Molluskenfauna der Süßbrackwassermolasse Niederbayerns. - Arch. Moll., 93, S. 1 - 69, Frankfurt a. M. 1964.
- SCHLICKUM, W. R. & STRAUCH, F.: Der Aussüßungs- und Verlandungsprozeß im Bereich der Brackwassermolasse Niederbayerns. - Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist.Geol., 8, S. 327 - 391, München 1968.
- SCHNITZER, W. A.: Zur Problematik der Schwermineralanalyse am Beispiel triassischer Sedimentgesteine. - Geol. Rdsch., H. 1, Bd. 72, S. 67 - 75, Stuttgart 1983.
- SCHULZE, E. & MUHS, H.: Bodenuntersuchungen für Ingenieurbauten. - 722 S., Berlin/ Heidelberg/ New York 1967.

- SCHWARZ, U.: Geologische, Sedimentpetrographische und Hydrogeologische Untersuchungen im Südwestteil der Gradabteilungsblattes 79420 43 Tittmoning. - Unveröff. Dipl.-Arb., 191 S., Univ. München 1980.
- SCRUTON, F. C.: Delta Building and the Delta Sequence. - Am. Ass. Petr. Geol., Repr. Ser., No. 18, S. 48 - 69, Tulsa Oklahoma U.S.A. 1976.
- SHANNON, J. P. Jr. & DAHL, A. R.: Deltaic Stratigraphic Traps in West Tuscola Field, Taylor County, Texas. - Am. Ass. Petr. Geol., Repr. Ser., No. 18, S. 38 - 50, Tulsa Oklahoma U.S.A. 1976.
- SEITNER, L.: Geologische und sedimentptrographische Untersuchungen der ostniederbayerischen Molasse im Gebiet zwischen Fürstenzell, Neukirchen a. Inn und Rittsteig bei Passau. - Unveröff. Dipl.-Arb., 136 und 81 S., Univ. München 1977.
- STIEFEL, J.: Ein Beitrag zur Gliederung der Oberen Süßwassermolasse in Niederbayern. - Beih. Geol. Jb., 26, S. 201 - 259, Hannover 1957.
- SUTTER, K.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Blatt Gergweis/ Niederbayern. - Unveröff. Dipl.-Arb., 87 S., Univ. München 1960.
- SUTTER, K.: Gefügeanalytische Untersuchungen im Nördlichen Vollschorer der ungefalteten Molasse Niederbayerns. - Inaug.-Diss., 80 S., Univ. München 1962.
- UNGER, H. J.: Die Forschungsbohrungen Osterhofen GLA 1 - 5, die Stratigraphie des tieferen Untergrundes und die Lagerung des Ortenburger Schotters. - Verh. Geol. B.-A., Jg. 1982, H. 3, S. 285 - 311, Wien 1983.
- WAGNER, G.: Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte. - 664 S. und 200 Tafeln, öhringen 1950.
- WENTWORTH, G. K.: A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. - Journ. Geol., 30, S. 377 - 393, Chicago U.S.A. 1922.
- WITTMANN, D.: Gliederung und Verbreitung der Süßbrackwassermolasse in Ostniederbayern. - Beih. Geol. Jb., 26, S. 49 - 95, Hannover 1957.
- WOLF, W.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Blatt Fürstenzell (Westhälfte). - Unveröff. Dipl.-Arb., 40 S., Univ. München 1954.

WOLF, W.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär (Blatt Aidenbach, Blatt Ortenburg, Blatt Fürstenzell/ Westhölte). - Inaug.-Diss., 84 S., Univ. München 1956.

WRIGHT, L. D. & COLEMAN, J. M.: Variations in Morphology of Major River Deltas as Functions of Ocean Wave and River Discharge Regimes. - Am. Ass. Petr. Geol., Repr. Ser., No. 18, S. 177 - 205, Tulsa Oklahoma U.S.A. 1976.

Lebenslauf

19. 10. 52 : Geburt in Passau, Niederbayern, Deutschland.
Vater: JOSEF HAAS, kaufmännischer Angestellter.
Mutter: MARIA, geb. NED, Hausfrau.
- 1959 - 63 : Besuch der Volksschule in Passau/ Innstadt.
- 1963 : Übertritt ins Adalbert-Stifter-Gymnasium-
Passau, mathematisch-naturwissenschaftlicher
Zweig.
- 1970 : Tod meines Vaters.
- 1973 : Abitur.
- 1973 - 75 : Ziviler Ersatzdienst in München (Herzzentrum/
Kreckeklinik).
- 1975 : Beginn des Studiums Geologie/ Paläontologie an
der Ludwig-Maximilians-Universität in München.
- 1979 : Heirat.
Ehefrau: MARGARETE, geb. ANGERMAIER, Chemo-
technikerin (geb. am 10. 3. 55).
- 1981 : Abschluß des Studiums mit dem Diplom.
- seit 1981 : Doktorarbeit am Institut für Allgemeine und An-
gewandte Geologie (Abteilung Sedimentologie,
Ingenieur- und Hydrogeologie bei Herrn Prof.
Dr. W.-D. GRIMM) der Ludwig-Maximilians-Univer-
sität in München.
- 1984 - 85 : Umschulung zum Organisationsprogrammierer.
- 1984 : Geburt meines Sohnes CHRISTIAN RUBEN.
- seit 1985 : Systemanalytiker.

